

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2002-170247

(43) Date of publication of application : 14.06.2002

(51) Int.CI.

G11B 7/0065
G02B 5/122
G03H 1/02
G03H 1/28

(21) Application number : 2000-360262

(71) Applicant : SONY CORP

(22) Date of filing : 27.11.2000

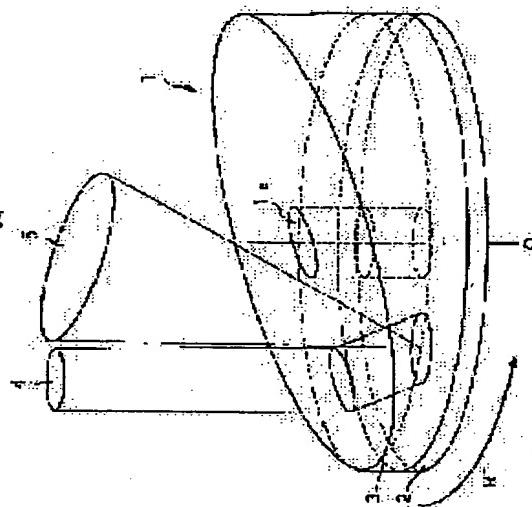
(72) Inventor : SUGANUMA HIROSHI

(54) HOLOGRAM RECORDING MEDIUM, HOLOGRAM RECORDING AND REPRODUCING DEVICE AND HOLOGRAM RECORDING AND REPRODUCING METHOD

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily carry out multiple recording of holograms.

SOLUTION: The hologram recording medium 1 is provided with a hologram recording medium layer for recording the holograms and a wedge substrate for changing the progression direction of incident reference light 4 and object light 5. The angle multiplex recording of the holograms is carried out by rotating the hologram recording medium 1 having the hologram recording layer and the wedge substrate, thereby changing the progression direction of the reference light 4 and the object light 5.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-170247

(P2002-170247A)

(43)公開日 平成14年6月14日 (2002.6.14)

(51) Int.Cl.⁷
G 1 1 B 7/0065
G 0 2 B 5/122
G 0 3 H 1/02
1/28

識別記号

F I
G 1 1 B 7/0065
G 0 2 B 5/122
G 0 3 H 1/02
1/28

テーマコード(参考)
2 H 0 4 2
2 K 0 0 8
5 D 0 9 0

審査請求 未請求 請求項の数14 OL (全 20 頁)

(21)出願番号 特願2000-360262(P2000-360262)

(22)出願日 平成12年11月27日 (2000.11.27)

(71)出願人 000002185
ソニー株式会社
東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 菅沼 洋
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

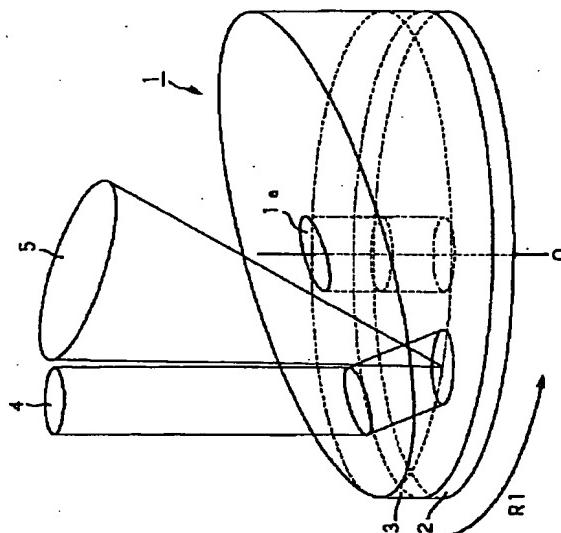
(74)代理人 100067736
弁理士 小池 晃 (外2名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ホログラム記録媒体、ホログラム記録再生装置並びにホログラム記録再生方法

(57)【要約】

【課題】 ホログラムの多重記録を容易に行う。
【解決手段】 ホログラム記録媒体1に、ホログラムを記録するホログラム記録層と、入射する参照光4及び物体光5の進行方向を変化させるためのウェッジ基板を設ける。そして、ホログラム記録層及びウェッジ基板を有するホログラム記録媒体1を回転させることによって、参照光4及び物体光5の進行方向を変化させ、ホログラムの角度多重記録を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転しながら参照光及び物体光を照射されることによって、情報信号が光の位相情報を記録されるホログラム記録媒体において、

回転平面に対して平行な第1の主面と、この第1の主面に対して傾きを有する第2の主面とを有し、

上記参照光及び物体光のうち少なくとも一方は上記第2の主面から照射され、照射された上記参照光及び物体光の少なくとも一部を透過させることができ透光性を有することを特徴とするホログラム記録媒体。

【請求項 2】 上記回転平面に対して平行な上記第1の主面と、この第1の主面に対して傾きを有する上記第2の主面とを有し、上記参照光及び物体光のうち少なくとも一方は上記第2の主面から照射され、照射された上記参照光及び物体光の少なくとも一部を透過させることができ透光性を有する基板と、

上記回転平面に対して平行に配設され、情報信号を光の位相情報を記録及び／又は再生する記録層とを備え、

上記記録層は、有機感光材料によって構成されてなることを特徴とする請求項1記載のホログラム記録媒体。

【請求項 3】 金属をドープしたフォトリラクティブ結晶によって形成されてなることを特徴とする請求項1記載のホログラム記録媒体。

【請求項 4】 上記金属は、Fe、Ce、Pr、又はFeとMnとの合金であることを特徴とする請求項3記載のホログラム記録媒体。

【請求項 5】 上記フォトリラクティブ結晶は、LiNbO₃又はLiTaO₃であることを特徴とする請求項3記載のホログラム記録媒体。

【請求項 6】 照射された上記参照光及び物体光を反射する反射層を、上記参照光及び物体光が照射される上記第2の主面に対して反対側の上記第1の主面側に配設することを特徴とする請求項1記載のホログラム記録媒体。

【請求項 7】 上記反射層は、コーナーキューブをアレイ状に配列したコーナーキューブ群であることを特徴とする請求項6記載のホログラム記録媒体。

【請求項 8】 ホログラム記録媒体に対して参照光及び物体光を照射することにより情報信号を光の位相情報を記録及び／又は再生を行うホログラム記録再生装置において、

上記ホログラム記録媒体を回転させるための駆動系と、上記参照光及び物体光を出力する光源を有し、回転平面に対して平行な第1の主面と上記第1の主面に対して傾きを有する第2の主面とを有し上記参照光及び物体光のうち少なくとも一方は上記第2の主面から照射され照射された上記参照光及び物体光の少なくとも一部を透過させることができ透光性を有するホログラム記録媒体に対して、上記参照光及び物体光を照射する光学系と、

上記駆動系及び上記光学系の制御を行なう制御部とを有することを特徴とするホログラム記録再生装置。

【請求項 9】 上記光学系は、照射された上記参照光を反射する反射部を備え、

上記ホログラム記録媒体を一度透過した上記参照光を、上記反射部を用いて位相共役光として上記ホログラム記録媒体へ反射し、情報信号を光の位相情報を再生を行うことを特徴とする請求項8記載のホログラム記録再生装置。

10 【請求項 10】 上記反射部は、コーナーキューブ又はコーナーキューブをアレイ状に配列したコーナーキューブ群であることを特徴とする請求項9記載のホログラム記録再生装置。

【請求項 11】 ホログラム記録媒体に対して参照光及び物体光を照射することにより情報信号を光の位相情報を記録及び／又は再生を行うホログラム記録再生方法において、

回転平面に対して平行な第1の主面と第1の主面に対して傾きを有する第2の主面とを有し上記参照光及び物体光のうち少なくとも一方は上記第2の主面から照射され照射された上記参照光及び物体光の少なくとも一部を透過させることができ透光性を有するホログラム記録媒体を回転させ、上記参照光及び物体光を用いて上記ホログラム記録媒体に対して情報信号を光の位相情報を記録及び／又は再生を行うことを特徴とするホログラム記録再生方法。

【請求項 12】 上記ホログラム記録媒体を一度透過した上記参照光を、ミラーを用いて反射させ、同一の光路を逆行させて位相共役光として上記ホログラム記録媒体に照射し、情報信号を光の位相情報を再生を行うことを特徴とする請求項11記載のホログラム記録再生方法。

【請求項 13】 上記ホログラム記録媒体を一度透過した上記参照光を、コーナーキューブ又はコーナーキューブをアレイ状に配列したコーナーキューブ群を用いて反射させ、同一の光路を逆行させて位相共役光として上記ホログラム記録媒体に照射し、情報信号を光の位相情報を再生を行うことを特徴とする請求項11記載のホログラム記録再生方法。

40 【請求項 14】 上記コーナーキューブ又は上記コーナーキューブ群を、上記ホログラム記録媒体を一度透過した上記参照光のビームウェストに配設することを特徴とする請求項13記載のホログラム記録再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 情報信号を光の位相情報を記録するホログラム記録媒体と、情報信号を光の位相情報を記録再生するホログラム記録再生装置及びホログラム記録再生方法に関する。

50 【0002】

【従来の技術】従来のホログラム記録媒体は、フィルム形状やディスク形状等をしており、互いにコヒーレントなレーザ光である参照光及び物体光を照射されることによって、記録対象となる情報信号を参照光と物体光との干渉パターン、すなわち参照光及び物体光の位相情報を記録する。ここで、物体光は、情報信号を光の位相情報として与えられており、物体から反射したレーザ光や、空間変調器によって変調されたレーザ光である。また、ホログラム記録媒体は、参照光又は参照光と位相共役な光である、再生光を照射することによってホログラムを再生する。

【0003】ディスク形状のホログラム記録媒体を用いたホログラム記録再生装置については、多くの報告がある。例えば、米国特許USP5671073では、参照光として球面波を用いて、ディスク形状のホログラム記録媒体の回転によりホログラムを多重記録する方法（以下ではシフト多重記録と呼ぶ。）が提案されている。

【0004】また、最近では、結晶をディスク形状に加工したホログラム記録媒体の例も発表されている（Tao Shiquan et al. "Multi-track storage of 10,000 holograms in a disk-type photorefractive crystal," SPIE Vol.3864, pp.270(1999)）。

【0005】従来のホログラム記録媒体にホログラムを記録する方法としては、参照光及び／又は物体光のホログラム記録媒体に対する入射角の変化によってホログラムを多重記録する方法（以下では角度多重記録と呼ぶ。）がある。

【0006】角度多重記録を行うためには、ビームデフレクタ等を用いて参照光及び／又は物体光のホログラム記録媒体に対する入射角を変化させなければならない。

【0007】ホログラム記録媒体に対して角度多重記録を行うために、参照光及び／又は物体光の入射角を変化させる方法としては、以下に述べるビームデフレクタを用いた手法がある。

【0008】ビームデフレクタを用いた場合に、参照光及び／又は物体光のホログラム記録媒体に対する入射角を変化させる方法としては、ガルバノミラー等を使用して機械的に制御する手法や、音響光学偏向器（以下ではAOIと呼ぶ。）や電気光学偏向器（以下ではEOIと呼ぶ。）等を使用して電気的に制御する手法を利用して

いる。
【0009】ここで、これらのビームデフレクタの分解点数Nは、ビームデフレクタのアバーチャの幅をD、アバーチャの形状ファクタをa（円形は1.22であり、長方形は1である。）、ホログラム記録媒体に照射された参照光及び／又は物体光の波長をλ、参照光及び／又は物体光の角度振幅をφとして、以下の式1で得られる。

【0010】

【数1】

$$N = \frac{\phi D}{a \lambda} \quad (式1)$$

【0011】従って、上記式1から、大きなアバーチャの幅Dを持ち、参照光及び／又は物体光の角度振幅φが大きいほど、分解点数Nが多くなることがわかる。なお、ラグランジェ・ヘルムホルツの関係より、各面での参照光及び／又は物体光の入射高と入射角との積は一定となるので、ビームデフレクタの前後にビーム整形光学系を配設しても、この分解点数は不变である。

【0012】また、ホログラム記録媒体に対して照射される参照光及び／又は物体光の入射角を変化させる他の方法としては、ウェッジ形状のプリズムによるビーム偏向方法がある。参照光及び／又は物体光の進行方向を微小な量だけ変化させるために、ウェッジ形状のプリズムを回転させることで、微小な角度を調整できることが知られている。これにより、任意の方向に参照光及び／又は物体光を偏向させることができる。そして、ウェッジ形状のプリズムの頂角を小さくすれば、回転に対する偏向角を小さくすることができるので、参照光及び／又は物体光の進行方向の微小な角度の調整に有効な方法である。

【0013】また、最近では、新たなホログラムの多重記録方法が提案されており、その一例として、以下で詳細を述べるペリストロフィック多重記録と呼ばれる方法がある（Kevin Curtis et al. "Method for holographic storage using peristrophic multiplexing," 19, Opt.Lett.993 (1994), A. Pu et al. "High density holographic storage in thin film," SPIE Vol.2338, Optical Data Storage (1994), 69）。

【0014】ペリストロフィック多重記録は、図33に示すように、ディスク形状とされたホログラム記録媒体40の一部を頂点とする円錐面に沿って、参照光41を矢印R2の方向に回転させることによりホログラムの多重記録を実現する方法である。

【0015】また、ペリストロフィック多重記録は、参照光41のホログラム記録媒体40に対する入射角を矢印R3の方向に変化させることによって、上述したホログラムの角度多重記録方法を動径方向に併用し、さらに多重度を上げることもできる。

【0016】ここで、ペリストロフィック多重記録の場合に、プラグ角をdθとして、このdθは、λを波長、tをホログラム記録媒体40の厚み、θRをホログラム記録媒体40への参照光41の入射角、θsをホログラム記録媒体40への物体光42の入射角とすれば、以下の式2で与えられる。

【0017】

【数2】

$$d\theta = \sqrt{\frac{2\lambda}{t}} \frac{\cos \theta_s}{\sin \theta_R (\sin \theta_R + \sin \theta_s)} \quad (式2)$$

【0018】なお、通常のホログラムの角度多重記録方法の場合に、ブレック角 $d\theta$ は、ホログラム記録媒体40の屈折率を n として、以下の式3で与えられる。

【0019】

【数3】

$$d\theta' = \frac{\lambda \cdot \cos \theta_s}{n \cdot t \cdot \sin(\theta_R + \theta_s)} \quad (式3)$$

【0020】次に、従来のホログラム記録媒体を用いてホログラムを再生する方法としては、再生光として参照光と同じ位相で進行方向が逆である位相共役光を用いて、位相共役再生を行う方法がある。位相共役再生を行うために位相共役光を生じせしめるための方法としては、照射された参照光をビームスプリッタで分割し、ホログラムを記録するための参照光とは別の光路を作る方法がある。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述した従来のホログラム記録媒体を用いてホログラムを記録及び／又は再生する場合に、ビームデフレクタであるAOD及びEODを用いた手法の分解点数Nは、それぞれ1000点及び数10点程度である。これらの分解点数で多重度を増やすには限界がある。しかも、クロストークノイズを排しつつ記録密度を最大にするには、参照光及び／又は物体光の偏向角度を1000分の数度程度の精度で制御しなければならないといった問題があった。

【0022】また、ビームデフレクタであるガルバノミラー等を用いて機械的に制御する手法の場合は、バックラッシュなどの再現性や分解能精度や外乱に対する安定性が悪くなるといった問題があった。

【0023】ベリストロフィック多重記録をする場合においては、参照光を偏向させる装置が、複雑で大掛かりになるという問題があった。

【0024】位相共役再生を行う方法において、再生光を生じさせる為に別の光路を作るので光学系が大型化する上に、ホログラムの角度多重記録を行う場合には参照光のビームデフレクタをそれぞれの光路について用意しなければならないといった問題があった。

【0025】そこで、本発明は、上述した実情を鑑みて提案されるものであり、ホログラム記録媒体に対して入射させる参照光及び物体光の偏向角度をより高精度に制御することを可能とし、記録するホログラムの多重度を向上させ、ホログラム記録媒体の記録容量を向上させることを目的とする。

【0026】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために本発明にかかるホログラム記録媒体は、回転しな

がら参照光及び物体光を照射されることによって、情報信号が光の位相情報として記録されるホログラム記録媒体である。また、回転平面に対して平行な第1の主面とこの第1の主面に対して傾きを有する第2の主面とを有し、参照光及び物体光のうち少なくとも一方は第2の主面から照射され、照射された参照光及び物体光の少なくとも一部を透過させることができ透光性を有することを特徴とする。

【0027】上述したように構成された本発明に係るホログラム記録媒体は、回転することにより照射された参照光をホログラム記録媒体によって偏向させて、情報信号を参照光及び物体光の位相情報として角度多重記録することができ、記録密度を向上させることができる。

【0028】また、本発明に係るホログラム記録再生装置は、ホログラム記録媒体に対して参照光及び物体光を照射することにより情報信号を光の位相情報として記録及び／又は再生を行うホログラム記録再生装置である。また、ホログラム記録媒体を回転させるための駆動系と、参照光及び物体光を出力する光源を有し回転平面に

対して平行な第1の主面と第1の主面に対して傾きを有する第2の主面とを有し参照光及び物体光のうち少なくとも一方は第2の主面から照射され照射された参照光及び物体光の少なくとも一部を透過させることができ透光性を有するホログラム記録媒体に対して参照光及び物体光を照射する光学系と、駆動系及び光学系の制御を行う制御部とを有することを特徴とする。

【0029】そして、本発明に係るホログラム記録再生方法は、ホログラム記録媒体に対して参照光及び物体光を照射することにより情報信号を光の位相情報として記録及び／又は再生を行うホログラム記録再生方法である。また、回転平面に対して平行な第1の主面と第1の主面に対して傾きを有する第2の主面とを有し、参照光及び物体光のうち少なくとも一方は第2の主面から照射され、照射された参照光及び物体光の少なくとも一部を透過させることができ透光性を有するホログラム記録媒体を回転させ、参照光及び物体光を用いて上記ホログラム記録媒体に対して情報信号を光の位相情報として記録及び／又は再生を行うことを特徴とする。

【0030】上述したように構成される本発明に係るホログラム記録再生装置及びホログラム記録再生方法では、上述した本発明に係るホログラム記録媒体に対して、参照光及び物体光を照射して情報信号を光の位相情報として記録及び／又は再生することができる。そして、情報信号を光の位相情報として角度多重記録を行う際に、参照光を偏向させる角度の制御の精度を上げることができ、記録密度を向上させることができる。

【0031】
【発明の実施の形態】本発明に係るホログラム記録媒体を、略ディスク形状のホログラム記録媒体に適用した場合について、図面を用いて詳細に説明する。

【0032】このホログラム記録媒体には、本発明に係るホログラム記録再生装置及びホログラム記録再生方法を用いて、ホログラムの記録及び／又は再生を行われる。なお、以下では、ホログラム記録再生装置及びホログラム記録再生方法についても併せて説明する。

【0033】本発明に係るホログラム記録媒体は、以下に第1の構成例及び第2の構成例として具体的に示す。

【0034】まず、第1の構成例としてホログラム記録媒体1は、図1に示すように、全体として中央に開口部1aを有する略ディスク形状とされており、ホログラム記録層2と、ウェッジ基板3とにより構成される。また、ホログラム記録媒体1は、記録再生時に、軸Oを中心として例えば矢印R1の方向へ回転される。ホログラム記録媒体1は、ホログラム記録媒体1の回転平面に対して平行な第1の主面と、この第1の主面に対して傾きを有する第2の主面とを有している。

【0035】ホログラム記録層2は、ホログラム記録媒体1に、ホログラム記録媒体1の回転平面に対して平行な第1の主面側に配設されている。また、ホログラム記録層2は、互いにコヒーレントなレーザ光である参照光4及び物体光5を照射されることにより、記録対象となる情報信号を参照光4と物体光5との干渉パターンとして記録する。この干渉パターンには、照射された参照光4及び物体光5の位相情報が含まれている。

【0036】ホログラム記録層2を構成する材料としては、ホログラムを記録することができるあらゆる材料を用いることができるが、例えば、フォトポリマや液晶等の有機記録材料を用いることが好ましい。

【0037】ウェッジ基板3は、ホログラム記録媒体1の回転平面对して平行な第1の主面と、この第1の主面に対して傾きを有する第2の主面とを有している。第1の主面が底面となりホログラム記録層2と当接するように配設される。また、ウェッジ基板3は、第2の主面が第1の主面に対して傾斜しているのでプリズムとしての機能を有し、照射された参照光4を透過させ、また屈折させることによって偏向させる。

【0038】ウェッジ基板3を構成する材料としては、参照光4及び物体光5を透過させることができればよい。

【0039】参照光4及び物体光5は、互いにコヒーレントなレーザ光であり、後述するホログラム記録再生装置に備わるレーザ光源（図示せず）からホログラム記録媒体1に照射されホログラムを記録する。物体光5は、記録対象となる情報信号を光の位相情報として含んでいる。

【0040】上述したように構成された、ホログラム記録媒体1は、回転軸Oを中心として例えば、矢印R1方向へ回転される。この際に開口部1aが、例えば、ホログラム記録装置によってチャッキングされる。ホログラム記録媒体1が回転する際に、ウェッジ基板3がプリズ

ムとしての機能を有するために、ウェッジ基板3のプリズムとしての頂角の方向が回転することになる。これにより、レーザ光源からホログラム記録媒体1に対して照射された参照光4がウェッジ基板3内へ入射する際の入射角が変化するために、参照光4は、ウェッジ基板3内で偏向する。

【0041】ここで、ホログラム記録媒体1の回転に伴って、上述した参照光4が偏向する様子を、図2乃至図5に断面図として示す。

【0042】まず、図2中のA-A'線における断面図を図3に示す。ホログラム記録媒体1に向けて照射された参照光4は、矢印Cの光路を通りウェッジ基板3内に入射する。ウェッジ基板3内に入射した参照光4は、ウェッジ基板3の入射面で偏向してホログラム記録層2に到達する。

【0043】一方、ホログラム記録媒体1に照射された物体光5は、矢印C'の光路を通りウェッジ基板3内に入射し、ホログラム記録層2に到達する。

【0044】次に、図2中のB-B'線における断面図、すなわち図3の断面図から参照光4を照射させる位置を固定してホログラム記録媒体1を矢印R1の方向へ90度回転させた状態の断面図を図4に示す。ホログラム記録媒体1に向けて照射された参照光4は、矢印Dの光路を通りウェッジ基板3内に入射する。ウェッジ基板3内に入射した参照光4は、ウェッジ基板3の入射面で偏向してホログラム記録層2に到達する。

【0045】一方、ホログラム記録媒体1に照射された物体光5は、矢印D'の光路を通りウェッジ基板3内に入射し、ホログラム記録層2に到達する。

【0046】次に、図2中のA'-A線における断面図、すなわち図3の断面図から参照光4を照射させる位置を固定してホログラム記録媒体1を矢印R1の方向へ180度回転させた状態の断面図を図5に示す。ホログラム記録媒体1に向けて照射された参照光4は、矢印Eの光路を通りウェッジ基板3内に入射する。ウェッジ基板3内に入射した参照光4は、ウェッジ基板3の入射面で偏向してホログラム記録層2に到達する。

【0047】一方、ホログラム記録媒体1に照射された物体光5は、矢印E'の光路を通りウェッジ基板3内に入射し、ホログラム記録層2に到達する。

【0048】次に、図2中のA'-A線における断面図、すなわち図3の断面図から参照光4を照射させる位置を固定してホログラム記録媒体1を矢印R1の方向へ270度回転させた状態においては、図4と略同様の為に説明を省略する。

【0049】以上のように、ホログラム記録媒体1が回転することで、ホログラム記録媒体1に照射した参照光4の進行方向をウェッジ基板3の入射面で偏向させることができる。そして、前に記録したホログラムのブラング条件が満たされなくなるまで十分な角度だけ回転した

ところで、次の情報信号をホログラムとして記録する。再生時には、ホログラム記録媒体1に対して再生光(図示せず)を照射させれば、記録した物体光5が再生され、情報信号がホログラムとして再生される。

【0050】なお、再生光としては、参照光4又は参照光4と位相共役なレーザ光である位相共役光を用いることができる。この再生光は、後述するホログラム記録再生装置のレーザ光源から出力される。

【0051】ここで、ウェッジ基板3のプリズムの頂角とホログラム記録媒体1内での偏向の角度の関係を、図6乃至図8に示す。参照光4をホログラム記録媒体1の底面に対して垂直に入射するものとして、ウェッジ基板3の頂角を α 、ウェッジ基板3内での参照光4の偏向方向とホログラム記録媒体1の第2の主面の法線とのなす角を β 、ウェッジ基板3の屈折率をnとすれば、 $\sin \alpha$ は、以下の式4のようになることができる。

【0052】

【数4】

$$\sin \alpha = n \cdot \sin \beta \quad (\text{式4})$$

【0053】ウェッジ基板3の頂角方向と垂直な方向を0度として反時計回りに測った角度を γ 、 γ 面内でのウェッジ基板3の頂角を α' 、参照光4とホログラム記録媒体1の第2の主面の法線とのなす角度を β' とすれば、 $\tan \alpha'$ 及び $\sin \alpha'$ は、以下の式5及び式6のようになることができる。

【0054】

【数5】

$$\tan \alpha' = \tan \alpha \times \sin \gamma \quad (\text{式5})$$

【0055】

【数6】

$$\sin \alpha' = n \cdot \sin \beta' \quad (\text{式6})$$

【0056】これらを連立して、 $\alpha = 5$ 度、 $n = 1.5$ の場合について計算した結果を図9にグラフとして示す。このグラフからもわかるように、ホログラム記録媒体1が1回転する間に、±3.33度の範囲で β' が変化する。この条件で、1000分の5度おきに角度多重記録を行えば、ホログラム記録媒体1の1周で約2500のホログラムを多重記録できる計算になる。

【0057】このホログラムを多重記録された1周分の領域をトラックとして、ホログラム記録媒体1は、図10及び図11に示すように、各ホログラムを矢印R2の螺旋状もしくは矢印R3の同心円状のトラックに連続して記録することができる。このようなトラック構造6を、例えば、同心円状に400設ければ、100万のホログラムを多重記録することができる。

【0058】ここで、従来より用いられるビームデフレクタなどによる角度偏向手法もしくは波長可変可能なレーザ光源又は複数のレーザ光源などによる波長可変手法を使用しない場合は、隣り合うトラックが同一の参考

光4により記録されているので、隣り合うトラックを重ね合わせて記録してしまうと、ホログラムの再生時に再生光が両方のトラックに照射されてしまう。これにより、同時に複数のホログラムを再生することになってしまうので、各トラックを完全に分離しなければならない。但し、従来より用いられる角度偏向手法もしくは波長可変手法を組み合わせて記録すれば、動径方向にもホログラムを多重記録することができ、多重度を高めることができる。

【0059】なお、各トラック間には、図10及び図11に示すように、記録時もしくは再生時のレーザ光の位置決めのために、従来から用いられている光ディスクと同様にグループ7などを設けてよい。

【0060】以上のように、本発明に係るホログラム記録媒体1の構成例では、ホログラム記録媒体1の有するウェッジ基板3が、上述したように第1の主面と第2の主面とを有し、このホログラム記録媒体1が回転されることにより、ウェッジ基板3内に入射する参照光4の進行方向を偏向させてホログラム記録層2に対してホログラムの角度多重記録を行うことができる。また、ホログラム記録再生装置を大型化せずに参照光4を偏向させる角度を精度よく制御することができる。

【0061】また、ホログラム記録媒体1は、再生光として参照光4又は参照光4と位相共役なレーザ光を照射されることにより記録されたホログラムを再生する。

【0062】なお、参照光4を偏向させる角度の制御については、従来のビームデフレクタなどを用いた角度偏向手段と比べて、ホログラム記録媒体1の回転による偏向方法を用いたほうが、プリズムを回転させる場合と同様に精度が向上する。次に、第2の構成例としてホログラム記録媒体1は、図12に示すように、全体として中央に開口部1aを有する略ディスク形状とされており、ウェッジ基板3により構成される。また、ホログラム記録媒体1は、記録再生時に、軸Oを中心として例えば矢印R1の方向へ回転される。ホログラム記録媒体1は、ホログラム記録媒体1の回転平面に対して平行な第1の主面と、この第1の主面に対して傾きを有する第2の主面とを有している。なお、以下では、第1の構成例との相違点のみを説明し、それ以外の点については略同等の為に説明を省略する。

【0063】ウェッジ基板3は、略ディスク形状を有し、ホログラム記録媒体1の回転平面に対して水平な第1の主面と、この第1の主面に対して傾きを有する第2の主面とを有する。

【0064】また、ウェッジ基板3は、互いにコヒーレントなレーザ光である参照光4及び物体光5を照射されることにより、記録対象となる情報信号を参照光4と物体光5との干渉パターンとして記録する。

【0065】さらに、ウェッジ基板3は、プリズムとしての機能を有し、ウェッジ基板3内に入射された参照光

4及び物体光5を入射面において屈折させることによって偏向させ、透過させることができる。

【0066】ウェッジ基板3を構成する材料としては、例えば、Fe, Ce, Pr, 又はFeとMnとの合金等をドープしたフォトリフラクティブ結晶などの無機記録材料を用いる。またフォトリフラクティブ結晶としては、例えば、LiNbO₃やLiTaO₃等が好適である。

【0067】上述したように構成されたホログラム記録媒体1は、上述したホログラム記録層2を持つ場合と同じく、軸Oを中心として矢印R1方向へ回転する。

【0068】ホログラム記録媒体1が回転する際の参照光4及び物体光5の偏向方向については、上述した第1の構成例のようにホログラム記録層2と略同等であるために説明は省略する。

【0069】なお、ホログラム記録媒体1が第1の構成例のようにホログラム記録層2を有する場合は、ホログラム記録層2にホログラムを記録するのに対して、第2の構成例としてホログラム記録層2を持たない場合は、ウェッジ基板3にホログラムを記録する。言い換えれば、ウェッジ基板3全体を記録領域として用いていると言える。

【0070】ただし、ホログラム記録媒体1において、結晶など複屈折の特性を有する材料を用いる場合は、記録及び／又は再生に用いるレーザ光の偏光方向と結晶軸の方位とに注意する必要がある。すなわち、ホログラムを記録及び／又は再生する際に用いるレーザ光は、ホログラム記録媒体1中を固有偏光として伝播するように、偏光方向と結晶方位を選択することが望ましい。

【0071】例えば、最もよく用いられるフォトリフラクティブ結晶であるニオブ酸リチウム(LiNbO₃)結晶の場合は、結晶のc軸をウェッジ基板3の底面に垂直方向とし、参照光4と物体光5とは、常光線として伝播するようとする。

【0072】以上のように構成されるホログラム記録媒体1の第2の構成例では、ウェッジ基板3を備えていることによって、ウェッジ基板3内に入射された参照光4を偏向させてホログラムを記録することができる。そして、ホログラム記録媒体1が回転することにより、ホログラム記録媒体1内において参照光4の入射角が変化し、参照光4の入射角を変化させるための光学系を用いずに、角度多重記録を容易に行うことができる。

【0073】また、ホログラム記録媒体1は、再生光として参照光4又は参照光4と位相共役なレーザ光を照射されることにより記録されたホログラムを再生する。

【0074】なお、参照光4を偏向させる角度は、従来の偏向手段と比べて、ホログラム記録媒体1の回転による偏向方法を用いたほうが、プリズムを回転させる場合と同様にホログラム記録媒体1の回転により精度よく制御することができる。

【0075】なお、本発明に係るホログラム記録媒体1が、参照光4を反射する反射層を有するとしてもよい。そこで以下では、反射層を有する場合について説明する。なお、特に記述のない点においては、上述した反射層を有さないホログラム記録媒体1と略同等であるものとし説明する。

【0076】反射層は、ホログラム記録媒体1の回転平面に対して平行な第1の主面側に配設され略円形のディスク形状を有する。また、反射層は、ホログラム記録媒体1の第1の主面に対して傾きを有する第2の主面より照射された参照光4を反射することができる。反射層としては、平面ミラー又はコーナーキューブを用いることができる。

【0077】まず、反射層として平面ミラーを用いた場合について説明する。平面ミラー10は、図13及び図14に示すように、ホログラム記録媒体1の下部に配設され、参照光4を反射する。

【0078】平面ミラー10を有するホログラム記録媒体1に対してホログラムを記録する場合に、参照光4は、図13中の矢印A10に示す方向に照射される。次に、参照光4は、ホログラム記録媒体1に入射して入射面で偏向し、平面ミラー10によって矢印A11に示す方向へ反射される。

【0079】平面ミラー10を有するホログラム記録媒体1に対してホログラムを記録する場合に、物体光5は、矢印A12に示す方向に照射される。

【0080】ホログラム記録媒体1は、上述したような光路で入射した参照光4と物体光5との干渉パターンをホログラムとして記録する。

30 【0081】ホログラムを再生する場合に、再生光11は、図14中の矢印A13に示す方向に照射される。次に、再生光11は、ホログラム記録媒体1に入射して偏向し、平面ミラー10によって矢印A14に示す方向へ反射される。再生光11を照射されたホログラム記録媒体1から再生される物体光5は、矢印A15に示す方向に再生される。

【0082】また、上述した物体光5の入射方向をホログラム記録媒体1は、図15中に示すように、矢印A16に示す周面方向からとしてもよい。この場合に記録されたホログラムを再生光11を照射して再生すると、図16中に示すように、物体光5が矢印A17に示す方向へ再生される。参照光4においては、矢印A12に示す方向から物体光5を照射された場合と同様のため説明は省略する。なお、矢印A16に示す周面方向から物体光5を照射する際に、第1の構成例のようにホログラム記録層2を持つ場合においては、参照光4と物体光5とが干渉する領域をホログラム記録層2内としなければならない。

40 【0083】以上のように、反射層として平面ミラー10を用いた場合は、ホログラムを記録する際の参照光4

と逆の光路から、参照光4である再生光11を照射することによって、物体光5を物体光5が照射された方向へ再生する。

【0084】次に、コーナーキューブ群を反射層として用いた場合について説明する。ホログラム記録媒体1の回転平面に対して平行な第1の主面側に、図17及び図18に示すように、コーナーキューブ群12を配設することによって、ホログラムの記録再生を行う。

【0085】コーナーキューブ群12は、図19に示すコーナーキューブ13をアレイ状に配列したものである。コーナーキューブ13は、3つの反射面が互いに垂直となる位置に配設されてなるプリズムやミラーなどであり、立方体の頂角を切り取った形状を有している。コーナーキューブ13は、一面から入射されたレーザ光を3つの反射面で全反射させ、入射面からレーザ光の入射方向に対して逆方向へ出射させる。この際に、入射したレーザ光に対して、出射するレーザ光が180度偏光される。図19に示す像14及び像15は、入射した像が180度偏光していることを示し、入射された像14がコーナーキューブ13内で全反射を3回繰り返して像15のように180度偏光して出射される。なお、内部が中空のミラーにより構成されたコーナーキューブ13は波長依存性を持たないため、波長多重記録を行う場合には特に有効である。

【0086】上述したようなコーナーキューブ13をアレイ状に配列したコーナーキューブ群12は、図20及び図21に示すように、コーナーキューブ13を隙間なく配列して構成される。

【0087】コーナーキューブ群12を有するホログラム記録媒体1に対してホログラムを記録する場合に、参照光4は、図17中の矢印A18に示す方向に照射される。次に、参照光4は、ホログラム記録媒体1に入射して入射面で偏向し、コーナーキューブ群12によって矢印A19の方向へ反射される。

【0088】コーナーキューブ群12を有するホログラム記録媒体1に対してホログラムを記録する場合に、物体光5は、矢印A20に示す方向に照射される。

【0089】ホログラム記録媒体1は、上述したような光路で入射した参照光4と物体光5との干渉パターンをホログラムとして記録する。

【0090】ホログラムを再生する場合に、再生光11は、図18中の矢印A21に示す方向に照射される。次に、ホログラム記録媒体1に入射して入射面で偏向し、コーナーキューブ群12によって矢印A22の方向へ反射される。再生光11を照射されたホログラム記録媒体1から生ずる物体光5は、矢印A23に示す方向に再生される。

【0091】また、上述した物体光5の入射方向を、図22中の矢印A24に示すホログラム記録媒体1の周面方向からとしてもよい。この場合は、物体光5が再生さ

れる方向が図23中の矢印A25に示す方向となる。参照光4においては、矢印A20に示す方向から物体光5を照射された場合と同様のため説明は省略する。なお、矢印A24に示すホログラム記録媒体1の周面方向から物体光5を照射する際に、第1の構成例のようにホログラム記録層2を持つ場合においては、参照光4と物体光5とが干渉する領域をこのホログラム記録層2内としなければならない。

【0092】以上のように、反射層としてコーナーキューブ群12を用いた場合は、ホログラムを記録する際の参照光4に対して逆の光路から、参照光4とは位相共役光である再生光11を照射することによって物体光5を物体光5が照射された方向へ再生する。

【0093】以上のような流れにより、反射層を有するホログラム記録媒体1は、照射された参照光4と物体光5との干渉パターンを記録し、再生光11を照射されることによって記録された物体光5を再生し情報信号をホログラムとして再生することができる。

【0094】この際に、再生光11として、ホログラム記録媒体1に配設された反射層によって反射された参照光4を位相共役光として用い、ホログラムの位相共役再生を行うことができる。

【0095】これによって、ホログラム記録再生装置側において、位相共役光を作り出すための光学系が不要となり、また、再生される物体光5の位置が常に物体光5が照射された向きになるために、装置構成の大型化を防ぐことができる。

【0096】また、コーナーキューブ群12を用いた場合においては、参照光4と再生光11との光路が全く同一のために、再生光11の為に光学系を調整せずとも参照光4を用いてそのままホログラムの位相共役再生を行うことができる。これによって、ホログラム記録再生装置において装置構成の簡略化も期待できる。

【0097】なお、上述の説明では、ホログラム記録媒体1の第1の主面側に反射層を配設し、参照光4の反射光を再生光11として利用した場合を示したが、ホログラム記録媒体1の反対側から再生光11として参照光4を照射させてもよい。この場合は、ホログラム記録再生装置の装置構成が多少複雑化するが、ホログラムを記録する際の参照光4とは別の光路を作り位相共役再生を行うことができる。

【0098】また、ホログラムの位相共役再生においては、記録時の参照光4の波面が完全に復元されるので、収差は完全に補正される。従って、物体光5は、図15及び図16、図22及び図23に示したように、ホログラム記録媒体1の周面方向から照射させた場合であっても良好な再生出力を得ることができる。また、ホログラムの位相共役再生時には元の波面が完全に復元されるので、ホログラム記録媒体1の周面は、任意の形状とすることができる。

【0099】ここで、ホログラム記録媒体1の周面は、原理上は粗面であっても構わないが、散乱による光利用効率を考えると、高い面精度で形成されていることにより散乱光の光利用効率を高くすることができる。しかし、形状は限定されるものではなく、不連続面であっても構わない。

【0100】なお、本発明に係るホログラム記録媒体1は、ウェッジ基板3の傾斜角度を急峻にすれば、レーザ光の偏向方向が大きく変化しホログラムの角度多重記録の際の多重度が上がり、ホログラムを再生する際の選択性を高めることができるので、記録密度を向上させることができる。しかし、ウェッジ基板3の傾斜角度を単純に大きくすれば、ホログラム記録媒体1が厚くなり、容積が増加してしまう。これを避けるために、図24に示すように、ホログラム記録媒体1の領域を分割し、各領域がそれぞれ回転平面に対して傾きを有する変形ウェッジ基板16としてもよい。

【0101】このようにすれば、各々の領域でのウェッジ基板3の傾斜角度を大きくすることができるので、参考光4の偏向角度が大きくなり、角度多重記録における多重度を向上させることができる。これによって、記録密度の向上が期待できる。また、ホログラム記録媒体1の回転平面に対する質量の偏りを避けることができ回転安定性が増すことになる。なお、図24においては、第1の構成例のようにホログラム記録層2を有する場合について図示してあるが、第2の構成例のようにホログラム記録層2を持たない場合であってもよい。また、上述したように反射層を有する場合にも適用可能である。

【0102】なお、ホログラム記録媒体1は、中央に開口部1aを備えないとしてもよい。この場合は、中央部まで記憶領域を確保することができるため記憶容量を増やすことができる。

【0103】次に、本発明に係るホログラム記録再生装置及びホログラム記録再生方法について上述したホログラム記録媒体1に対してホログラムを記録及び／又は再生を行う場合について説明する。なお、上述したホログラム記録媒体1において説明したものと同等であるものには説明を省略する。

【0104】本発明に係るホログラム記録再生装置20の構成例を図25に示す。ホログラム記録再生装置20は、制御部21と、光学系22と、駆動系23とにより構成される。

【0105】制御部21は、ホログラム記録再生装置20全体の制御を行う。

【0106】光学系22は、図26に示すように、レーザ光源24と、空間変調器25と、コリメータレンズ26と、ビームスプリッタ27と、ミラー28、29、30と、フーリエ変換レンズ31、32と、ディテクターアレイ33とを有する。

【0107】レーザ光源24は、固体レーザ、気体レー

ザ、半導体レーザ及びそれらの非線形波長変換によるコヒーレント光を連続的に出力することができる光源が好ましい。レーザ光源24としては、特に、Nd:YAGレーザ、Nd:YVO4レーザの第二高調波、Arイオンレーザは、上述した本発明に係るホログラム記録媒体1に対しホログラムを記録する際に、ホログラム記録媒体1に対して感度が高く、コヒーレンスも優れている上に手軽に入手することが可能であるため好適なレーザ光源である。

【0108】また、レーザ光源24としては、GaN系等の半導体レーザを用いるとしてもよい。この場合は、波長幅を狭くするために、DFB(Distributed Feed-Back)構造や外部共振器などを用いることも考えられる。また、レーザ光源24の出力するレーザ光は、参照光4、物体光5、再生光11として用いられる。

【0109】空間変調器25は、照射されたレーザ光に対し情報信号を光の位相情報を与え、ホログラム記録媒体1にホログラムを記録する際の物体光5を生成する機能を有している。

【0110】この空間変調器25には、透過型を用い、例えば、市販の液晶パネルである透過型液晶空間変調器などを用いることができる。しかし、空間変調器25としては、上記の透過型液晶空間変調器に限定されるものではなく、マイクロマシン技術を用いた反射型の空間変調器などを用いることができる。

【0111】コリメータレンズ26は、レーザ光源24から出力されたレーザ光を平行光とし、ビームスプリッタ27へ送る機能を有する。

【0112】ビームスプリッタ27は、コリメータレンズ26によって平行光とされたレーザ光を二分割し、一方を参照光4とするためにミラー28へ反射し、他方を透過してミラー29へ送る機能を有する。

【0113】ミラー28は、ビームスプリッタ27で分割されたレーザ光を参照光4としてホログラム記録媒体1へ照射させる。

【0114】ミラー29は、ビームスプリッタ27で分割されたレーザ光を、ミラー30へ反射させる。

【0115】ミラー30は、ミラー29で反射されたレーザ光を空間変調器25へ反射する。

【0116】フーリエ変換レンズ31は、空間変調器25を透過したレーザ光をフーリエ変換し、ホログラム記録媒体1に対して照射する。

【0117】フーリエ変換レンズ32は、ホログラム記録媒体1から再生された物体光5をフーリエ変換しディテクターアレイ33へ照射する。

【0118】ディテクターアレイ33は、例えば、CCD(Charge-Coupled Device)により構成されており、再生された物体光5を電気信号として検出する。なお、ディティターアレイ33としては、CCDが現在最も簡単に入手することができるが、特にCCDに限定される

ものではなく、低消費電力且つ低成本で作成できることから近年開発が進んでいるCMOS (Complementary Metal-oxide Semiconductor Device)などを用いてもよい。

【0119】駆動系23は、ホログラム記録媒体1を回転駆動させるスピンドルモータ(図示せず)を有している。なお、駆動系23は、スピンドルモータに限定されるものではなく、ステッピングモータなどを用いてもよい。

【0120】以上のように構成された本発明に係るホログラム記録再生装置20は、以下のように動作することによりホログラム記録媒体1に対しホログラムを記録する。

【0121】まず、レーザ光源24は、制御部21によりレーザ光の出力を調整され、レーザ光をコリメータレンズ26へ照射する。そして、コリメータレンズ26は、レーザ光を平行光にし、ビームスプリッタ27へ照射する。

【0122】ビームスプリッタ27は、照射されたレーザ光の一部をミラー28へ反射させ、残りのレーザ光をミラー29へ透過させる。

【0123】ミラー28は、ビームスプリッタ27によって反射されたレーザ光を参照光4としてホログラム記録媒体1に照射する。

【0124】一方、ミラー29は、ビームスプリッタ27から透過したレーザ光をミラー30に向けて反射し、さらにミラー30は、ミラー29で反射されたレーザ光を空間変調器25に向けて反射する。

【0125】空間変調器25は、制御部21に制御されて、記録する情報信号に応じた記録パターンを表示し、ミラー30で反射されたレーザ光に情報信号を光の位相情報として与え物体光5とし、フーリエ変換レンズ31へ透過する。

【0126】フーリエ変換レンズ31は、空間変調器25にて情報信号を光の位相情報として与えられた物体光5をフーリエ変換し、ホログラム記録媒体1に対して照射する。

【0127】ホログラム記録再生装置20は、以上のような動作により、参照光4と物体光5との干渉パターンを、ホログラムとしてホログラム記録媒体1に記録する。1枚のホログラムの記録が終了したら、制御部21からの駆動信号により駆動系23を制御して、ホログラム記録媒体1を、例えば矢印R1の方向へ回転させ、次のホログラムを記録する。

【0128】次に、ホログラム記録再生装置20は、以下のような動作により、ホログラムを記録されたホログラム記録媒体1から、ホログラムを再生する。なお、再生時には、ホログラム記録媒体1を記録時と同じ位置に置き、再生光11として参照光4を用いる。

【0129】まず、レーザ光源24は、制御部21にレ

10

20

30

40

50

ーザ光の出力を調整され、レーザ光をコリメータレンズ26へ照射する。そして、コリメータレンズ26は、レーザ光を平行光としビームスプリッタ27へ照射する。

【0130】ビームスプリッタ27は、コリメータレンズ26から照射されたレーザ光の一部をミラー28へ反射させ、残りのレーザ光をミラー29へ透過させる。

【0131】ミラー28は、ビームスプリッタ27で反射されたレーザ光をさらに反射し、再生光11として、ホログラム記録媒体1に照射する。

【0132】一方、シャッタ(図示せず。)は、ビームスプリッタ27を透過したレーザ光の光路を遮る。

【0133】このようにして、ホログラム記録媒体1に對して、再生光11として、記録時に用いた参照光4のみが照射され、記録されている物体光5をフーリエ変換レンズ33に向けて再生する。

【0134】フーリエ変換レンズ32は、ホログラム記録媒体1で再生された物体光5をフーリエ変換し、ディテクターアレイ33上に情報信号に対応するパターンを結像する。そして、ディテクターアレイ33は、結像した情報信号に対応するパターンを再生情報信号として得ることができる。1枚のホログラムの再生が終了したら、制御部21からの駆動信号により駆動系23を制御して、ホログラム記録媒体1を、例えば矢印R1の方向へ回転させ、次のホログラムを再生する。

【0135】ホログラム記録再生装置20は、以上のような動作によりホログラムを再生する。

【0136】なお、ホログラム記録再生装置20では、ホログラム記録媒体1を透過する再生光4及び物体光5の光路が、ホログラム記録媒体1の回転に伴って変化することになるので、ホログラム記録媒体1の回転に合わせ、ディテクターアレイ33の位置を制御部21の制御によって調整する。この際に、例えば、アクチュエータ(図示せず)等を用いて、ディテクターアレイ33の位置を調整する。

【0137】なお、上述では透過型のフーリエホログラムとしての例を示した。フーリエホログラムを記録する際には、空間変調器25とフーリエ変換レンズ31、フーリエ変換レンズ31とホログラム記録媒体1、ホログラム記録媒体1とフーリエ変換レンズ32、フーリエ変換レンズ32とディテクターアレイ33がいずれもフーリエ変換レンズ31、32の焦点距離Fだけ離れた間隔で配置された"4Fシステム"と呼ばれる光学系の構成とする。しかし、ホログラム記録媒体1内において、ホログラム記録媒体1を正確なフーリエ面からわずかにずらすことが好ましい。これは、ホログラム記録媒体1に対して物体光5を照射する領域を大きく取り、ホログラムを記録する領域を十分に確保するためである。

【0138】なお、一般的に用いられる様々な手法を本発明に係るホログラム記録再生装置20及びホログラム記録再生方法と組み合わせることも当然可能である。例

えば、ホログラム記録再生装置20に参照光4を反射させる反射部を備え、反射型のホログラムとすることも容易に可能である。

【0139】そこで、ホログラムを再生する際に、ホログラム記録再生装置20が反射部を有する場合について説明する。

【0140】まず、反射部として、図27に示すように、コーナーキューブ34又はコーナーキューブ34をアレイ状に配列したコーナーキューブ群35を用いた場合について説明する。コーナーキューブ34又はコーナーキューブ群35は、コーナーキューブ34又はコーナーキューブ群35に照射されたレーザ光を照射された方向へ正確に反射することが可能である。

【0141】コーナーキューブ34を用いて位相共役再生を行うには、ホログラム記録媒体1を透過した平面波である参照光4をコーナーキューブ34を用いて反射させて、位相共役光とすればよい。但し、行きと帰りの光路では、参照光4の位置がずれる。これを避けるには、参照光4が常にコーナーキューブ34の略略中心に入射するようにすればよい。

【0142】コーナーキューブ群35を用いて位相共役再生を行う場合は、中央部に位置する6個のコーナーキューブ34に入射したレーザ光36が、それぞれの入射するレーザ光の光路が反射により変化しても、それと同じ光路を逆側から入射してくるレーザ光が存在するため、結局同一の波面で逆方向に進行する光束が得られる。また、外周部のコーナーキューブ34へ入射するレーザ光35は、反射時に光路がシフトするために、位相共役再生に寄与できない部分も生じるが、全体として十分な反射光が得られる。ゆえに、十分な位相共役光を得ることができる。また、ホログラムの記録方法は、ホログラム記録媒体1の記録領域に空間的に分布した冗長性が高い記録方法なので、上述した位相共役光を用いて十分にホログラムを再生することができる。

【0143】なお、実用上問題になるのは、コーナーキューブ34の反射角の精度である。典型的な記録材である鉄をドープしたニオブ酸リチウムを立方体状に加工し、隣り合った面から物体光5と参照光4とが直交するような配置で、ホログラムを多重記録しようとする場合には、1000分の5度程度の角度間隔でホログラムを多重記録する。例えば、エドモンドサイエンティフィック社製のコーナーキューブ群35の反射角精度は1000分の60度程度である。このような場合には、一度ビームエキスパンダを逆に用いて平行光のままビーム径を狭めてから、コーナーキューブ群35に入射させることで倍率分精度を上げることができる。例えば、コーナーキューブ群35への入射光のビーム径を12分の1にすれば、コーナーキューブ群35で反射後にビームエキスパンダ(図示せず。)を往復してホログラム記録媒体1に戻った光線の角度誤差は1000分の5度になる。

【0144】このようなコーナーキューブ群35を用いれば、上述したホログラム記録媒体1を回転させながらホログラムの記録及び/又は再生を行う場合でも、簡単に位相共役再生を行うことができる。

【0145】上述した、反射部としてコーナーキューブ群35を有するホログラム記録再生装置20について、その要部を図28乃至図30に示し説明する。

【0146】まず、図2中におけるホログラム記録媒体1のA-A'線における断面図を図28に示す。ホログラム記録媒体1に向けて照射された参照光4は、矢印Gの光路を通りウェッジ基板3内に入射する。ウェッジ基板3に入射した参照光4は、入射面により進行方向を変えられてホログラム記録層2に到達する。

【0147】一方ホログラム記録媒体1に照射された物体光5は、矢印G'の光路を通りウェッジ基板3内に入射し、ホログラム記録層2に到達する。

【0148】以上のような光路から入射した参照光4及び物体光5によって、ホログラムを記録する。

【0149】ホログラムを再生する際には、再生光11として参照光4をそのまま用いる。参照光4は、矢印Gの光路を通りウェッジ基板3内に入射する。ウェッジ基板3に入射した参照光4は、入射面により進行方向を変えられてホログラム記録層2に到達し、ホログラム記録層2を透過する。そして、参照光4は、コーナーキューブ群35によって反射されて、矢印Gの光路を逆行し、再びホログラム記録層2に到達する。

【0150】以上のように参照光4を位相共役光として位相共役再生を行う。

【0151】次に、図2中におけるホログラム記録媒体1のB-B'線における断面図、すなわち図28に示す断面図からホログラム記録媒体1が矢印R1の方向へ90度回転させた状態の断面図を図29に示す。ホログラム記録媒体1に向けて照射された参照光4は、矢印Hの光路を通りウェッジ基板3内に入射する。ウェッジ基板3に入射した参照光4は、入射面により進行方向を変えられてホログラム記録層2に到達する。

【0152】一方ホログラム記録媒体1に照射された物体光5は、矢印H'の光路を通りウェッジ基板3内に入射し、ホログラム記録層2に到達する。

【0153】以上のような光路から入射した参照光4及び物体光5によって、ホログラムを記録する。

【0154】ホログラムを再生する際には、再生光11として参照光4をそのまま用いる。参照光4は、矢印Hの光路を通りウェッジ基板3内に入射する。ウェッジ基板3に入射した参照光4は、入射面により進行方向を変えられてホログラム記録層2に到達し、ホログラム記録層2を透過する。そして、参照光4は、コーナーキューブ群35によって反射されて、矢印Hの光路を逆行し、再びホログラム記録層2に到達する。

【0155】以上のように参照光4を位相共役光として

位相共役再生を行う。

【0156】次に、図2中におけるホログラム記録媒体1のA' A断面図、すなわち図28に示す断面図からホログラム記録媒体1が矢印R1の方向へ180度回転させた状態の断面図を図30に示す。ホログラム記録媒体1に向けて照射された参照光4は、矢印Iの光路を通りウエッジ基板3内に入射する。ウエッジ基板3に入射した参照光4は、入射面により進行方向を変えられてホログラム記録層2に到達する。

【0157】一方ホログラム記録媒体1に照射された物体光5は、矢印I'の光路を通りウエッジ基板3内に入射し、ホログラム記録層2に到達する。

【0158】以上のような光路から入射した参照光4及び物体光5によって、ホログラムを記録する。

【0159】ホログラムを再生する際には、再生光11として参照光4そのまま用いる。参照光4は、矢印Iの光路を通りウエッジ基板3内に入射する。ウエッジ基板3に入射した参照光4は、入射面により進行方向を変えられてホログラム記録層2に到達し、ホログラム記録層2を透過する。そして、参照光4は、コーナーキューブ群35によって反射されて、矢印Iの光路を逆行し、再びホログラム記録層2に到達する。

【0160】以上のように参照光4を位相共役光として位相共役再生を行う。

【0161】次に、図2中におけるA' A断面図、すなわち図28に示す断面図からホログラム記録媒体1が矢印R1の方向へ270度回転させた状態においては、図29と略同等の為に説明を省略する。

【0162】以上のように、コーナーキューブ群35を有するホログラム記録再生装置20は、ホログラム記録媒体1を回転させることで、ホログラム記録媒体1に照射する参照光4及び物体光5の進行方向をウエッジ基板3により変化させることができる。そして、前に記録したホログラムのブレグ条件が満たされなくなるまで十分な角度だけ回転したところで、次の情報信号を光の位相情報をとして記録する。再生時には、ホログラム記録媒体1に対して再生光11として参照光4を照射すれば、光記憶媒体1に対して記録した物体光5が再生され、ディテクターアレイ33に情報信号に対応するパターンを結像し、ホログラム記録再生装置20が再生情報信号を得る。

【0163】以上のように、本発明に係るホログラム記録再生装置20及びホログラム記録再生方法では、反射部としてコーナーキューブ群35を用いることにより、ホログラム記録媒体1から再生する物体光5の再生方向を固定できる。このために、ホログラム記録再生装置におけるアクチュエータが不要になり、装置構成が簡略化でき、より実用的なホログラムの再生が可能になる。

【0164】なお、ホログラム記録再生装置20が反射部としてコーナーキューブ群35を有する場合につい

て、ホログラム記録再生装置20の構成例を、図31に示す。コーナーキューブ群35用いることにより、ホログラム記録媒体1に対して参照光4が入射する時と同じ光路でコーナーキューブ群35によって反射されており、位相共役再生を簡単に実施することが可能である。

【0165】また、図32に示すように、ホログラム記録再生装置20が反射部として平面ミラー38を有するとしてもよい。この場合は、ホログラムの位相共役再生を行うことができるが、ホログラム記録媒体1に対する参照光4の入射角度を、ウエッジ基板3の傾斜方向に応じて変化させなければいけないため、ビームデフレクタ等の偏向手法が必要になる。

【0166】上述したように透過型のホログラムの再生を行うと、ウエッジ基板3により透過した参照光4及び物体光5の進行方向が変化するので、ディテクターアレイ33の位置を移動させなければならない。しかし、図28に示すようなコーナーキューブ群12を用いた位相共役再生を行えば、再生光11は記録時と同じ参照光4を用いることができ、ホログラム記録媒体1に対して入射した物体光5と同じ方向に正確に無収差で物体光5を再生することができる。

【0167】以上のように本発明に係るホログラム記録再生装置20及びホログラム記録再生方法は、ビームデフレクタなどの偏向手法を用いて本発明に係るホログラム記録媒体1にホログラムを多重記録及び／再生することができる。また、ホログラムを再生する際には、コーナーキューブ群12を用いてホログラムの位相共役再生を行えることができる。この際に、コーナーキューブ群12を加えるだけでビームデフレクタなどの角度偏向手法を用いても角度多重記録及び／再生をすることができ、ホログラム記録再生装置20の装置構成が簡単で省スペースになるだけでなく、光学系の収差を除去することができる。

【0168】なお、本発明に係るホログラム記録再生装置20及びホログラム記録再生方法では、レーザ光として平行光を用いることが必要であるが、空間を伝搬する光は回折が生じるために、レーザ光の波面は厳密には平面波ではないことが多い。レーザ光の強度は、通常ガウシアン分布をとるガウシアンビームであることが多い。このガウシアンビームは、ビームウエストの位置では平面波であるものの、その前後では波面が微少な曲率を持つ。従って、ホログラムの再生時に位相不整合が生じて、回折効率が低下する。この影響を低減するためには、コーナーキューブ34又はコーナーキューブ群35を平面波である参照光4のビームウエストの位置に設置すればよい。このとき、コーナーキューブ34又はコーナーキューブ群35による反射前後の対称性により波面は補正されるので、上述した回折の影響も最小限に抑えられることがある。

【0169】このように、コーナーキューブ34又はコ

コーナーキューブ35群を参照光のビームウエスト位置に配設することで、位相不整合による回折効率の低下を避けることができる。これは、一般的な角度多重記録と原理的には同じことであるが、本発明に係るホログラム記録再生方法の特徴は、角度多重記録におけるレーザ光を偏向させる手法をウェッジ形状の基板の回転によって代替するところにある。

【0170】また、本発明に係るホログラム記録再生装置20及びホログラム記録再生方法は、平面波を参照光4とする任意のホログラムの多重記録方法に適用可能であり、波長多重記録、ペリストロフィック多重記録、フラクタル多重記録もしくはこれらの組み合わせによるホログラムの多重記録方法が適用可能である。例えば、レーザ光源を複数用いるか、波長可変なレーザ光源を用いることで、波長多重記録を組み合わせることができる。また、また本発明に係るホログラム記録再生装置20の構成例に、さらに動径方向のビーム偏向手法を加えて、さらに高い多密度のペリストロフィック多重記録を行うことも考えられる。上述したホログラムの多重記録方法を単独でもしくは組み合わせて適用することによって、ホログラムを記録する際の多密度が上がり、記録密度を高めることができる。

【0171】また、シフト多重記録においては、平面のホログラム記録媒体に対して参照光として収束光もしくは発散光を用いるが、本件はこれに対して、ホログラム記録媒体1が回転平面に対して平行な第1の正面と、この第1の正面に対して傾きを有する第2の正面を有し、参照光4として平行光を用いる点に特徴がある。これは、角度多重記録の一一種であるペリストロフィック多重記録にも似ているが、本発明による方法では回転に伴い、記録位置がずれるために空間的な多重も同時にを行うことになる点に本発明の特徴がある。

【0172】これによって、ガルバノミラーやAOD及びEODなどの角度偏向手法が不要となり、また、ホログラムのシフト多重記録をする際のフォーカス位置の光軸方向の制御も不要になる。したがって、ホログラム記録再生装置20の装置構成を単純化することができる。

【0173】また、本発明に係るホログラム記録再生装置20は、ホログラム記録媒体1の周面方向から物体光5を照射する光学系22の配置であってもかまわない。これによって、ホログラム記録媒体1の記録領域を立体的に用い体積型ホログラムとすることも可能である。なお、この場合においては、ホログラム記録媒体1の第2の構成例が好適である。

【0174】なお、位相共役再生を行うための参照光4と位相共役なレーザ光を生じせしめるための方法としては、四光波混合を用いるとしてもよい。この場合には、入射する参照光4が正確に反転した位相共役光を発生させることが可能である。

【0175】本発明に係るホログラム記録媒体1、ホロ

グラム記録再生装置20及びホログラム記録再生方法は、ホログラムメモリ、三次元ディスプレイ、光インターコネクション、相関演算器、ノベルティーフィルタなどの光コンピューティングなど、多岐にわたり応用することが可能である。

【0176】

【発明の効果】本発明に係るホログラム記録媒体は、回転平面に対して平行な第1の正面と、この第1の正面に対して傾きを有する第2の正面とを有することにより、参照光及び／又は物体光のホログラム記録媒体に対する入射角を、ホログラム記録媒体を回転させることにより変化させて、ホログラムを多重記録することができる。

【0177】また、ホログラム記録媒体を回転させるだけで参照光の入射角度を変化させることができるので、ホログラム記録再生装置の装置構成が簡略化でき、低コスト化を図ることができる。

【0178】また、参照光を反射させる際には、コーナーキューブ又はコーナーキューブをアレイ状に配列したコーナーキューブ群を1枚加えるだけの簡単な構成で、位相共役再生を行うことができる。

【0179】これにより、光学系で発生した収差は完全に補正されるので、高度に収差が補正された高価で大型のレンズを用いる必要がなく、装置構成を簡略化でき、安価に高品質の再生像が得られる。

【0180】また、本発明に係るホログラム記録再生装置及びホログラム記録再生方法では、本発明に係るホログラム記録媒体を用いることで、参照光及び／又は物体光のホログラム記録媒体に対する入射角を、ホログラム記録媒体を回転させることにより変化させて、ホログラムを多重記録することができる。

【0181】また、ホログラム記録媒体を回転させるだけで参照光の入射角度を変化させることができるので、ホログラム記録再生装置の装置構成が簡略化でき、低コスト化を図ることができる。

【0182】さらに、コーナーキューブ群を用いることにより、ホログラム記録媒体の回転により、ホログラム記録媒体から再生する物体光の再生方向を固定できる。このために、ホログラム記録再生装置における装置構成が簡略化でき、より実用的なホログラムの再生が可能になる。

【0183】以上のように、本発明を用いることによって、ホログラム記録再生装置の部品点数が削減できるため、小型化、小面積化、低コスト化が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るホログラム記録層を有するホログラム記録媒体に参照光及び物体光が入射する場合の一構成例を示す概略斜視図である。

【図2】本発明に係るホログラム記録層を有するホログラム記録媒体の概略斜視図である。

【図3】本発明に係るホログラム記録層を有するホロ

ラム記録媒体に対して参照光及び物体光が入射する場合の光路を示す概略垂直断面図である。

【図4】本発明に係るホログラム記録層を有するホログラム記録媒体に対して参照光及び物体光が入射する場合の光路を示す概略垂直断面図である。

【図5】本発明に係るホログラム記録層を有するホログラム記録媒体に対して参照光及び物体光が入射する場合の光路を示す概略垂直断面図である。

【図6】本発明に係るホログラム記録媒体が有するウェッジ基板に対して参照光が入射する場合の概略垂直断面図である。

【図7】本発明に係るホログラム記録媒体が有するウェッジ基板の概略斜視図である。

【図8】本発明に係るホログラム記録媒体が有するウェッジ基板に対して参照光が入射する場合の概略垂直断面図である。

【図9】本発明に係るホログラム記録媒体が有するウェッジ基板の回転による参照光の偏向角の変化を示すグラフである。

【図10】本発明に係るホログラム記録媒体のトラック構造の一例を示す概略図である。

【図11】本発明に係るホログラム記録媒体のトラック構造の一例を示す概略図である。

【図12】本発明に係るホログラム記録媒体に対して参照光及び物体光が入射する場合の一例を示す概略斜視図である。

【図13】本発明に係る反射層を有するホログラム記録媒体に対して参照光及び物体光が入射する場合の光路を示す概略斜視図である。

【図14】本発明に係る反射層を有するホログラム記録媒体に対して再生光を入射させ、物体光が再生成される場合の光路を示す概略斜視図である。

【図15】本発明に係る反射層を有するホログラム記録媒体に対して参照光及び物体光が入射する場合の光路を示す概略斜視図である。

【図16】本発明に係る反射層を有するホログラム記録媒体に対して再生光を入射させ物体光が再生成される場合の光路を示す概略斜視図である。

【図17】本発明に係るコーナーキューブ群を有するホログラム記録媒体に対して参照光及び物体光が入射する場合の光路を示す概略斜視図である。

【図18】本発明に係るコーナーキューブ群を有するホログラム記録媒体に対して再生光を入射させ物体光が再生成される場合の光路を示す概略斜視図である。

【図19】本発明において用いられるコーナーキューブに対して入射されたレーザ光が反射する様子を示す概略図である。

【図20】本発明において用いられるコーナーキューブ群の概略図である。

【図21】本発明において用いられるコーナーキューブ群に対して入射されたレーザ光が反射する様子を示す概略図である。

【図22】本発明に係るコーナーキューブ群を有するホログラム記録媒体に対して参照光及び物体光が入射する場合の光路を示す概略斜視図である。

【図23】本発明に係るコーナーキューブ群を有するホログラム記録媒体に対して再生光を入射させ物体光が再生成される場合の光路を示す概略斜視図である。

【図24】本発明に係るホログラム記録媒体の変形例を示す概略斜視図である。

【図25】本発明に係るホログラム記録再生装置の構成を示すプロック図である。

【図26】本発明に係るホログラム記録再生装置の一構成例を示す概略図である

【図27】本発明に係るホログラム記録再生装置が有するコーナーキューブ群の概略図である。

【図28】本発明に係るコーナーキューブ群を有するホログラム記録再生装置が、ホログラム記録層を有するホログラム記録媒体に対して参照光及び物体光を照射する場合の光路を示す概略垂直断面図である。

【図29】本発明に係るコーナーキューブ群を有するホログラム記録再生装置が、ホログラム記録層を有するホログラム記録媒体に対して参照光及び物体光を照射する場合の光路を示す概略垂直断面図である。

【図30】本発明に係るコーナーキューブ群を有するホログラム記録再生装置が、ホログラム記録層を有するホログラム記録媒体に対して参照光及び物体光を照射する場合の光路を示す概略垂直断面図である。

【図31】本発明に係るコーナーキューブ群を有するホログラム記録再生装置の一構成例を示す概略図である

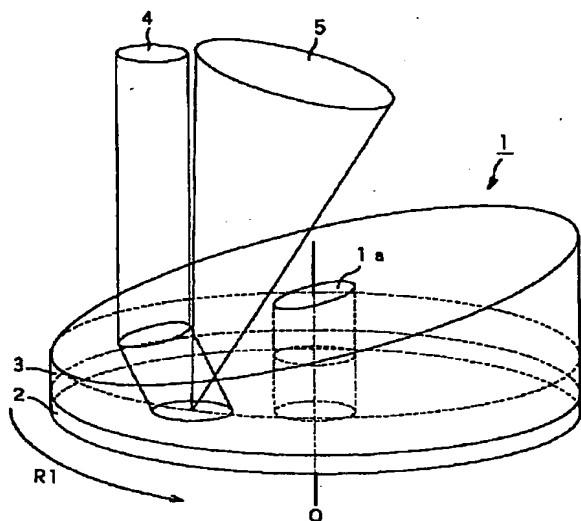
【図32】本発明に係るミラーを有するホログラム記録再生装置の一構成例を示す概略図である。

【図33】従来のホログラム記録媒体に対してホログラムのペリストロフィック多重記録を行う場合を示す概略斜視図である。

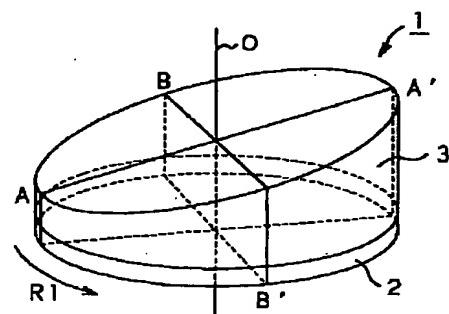
【符号の説明】

1 ホログラム記録媒体、2 ホログラム記録層、3 ウェッジ基板、4 参照光、5 物体光

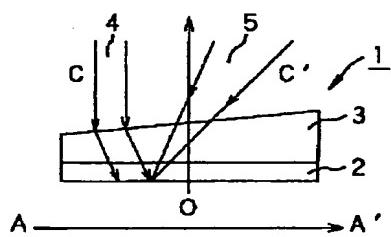
【図1】



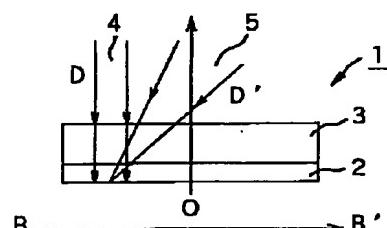
【図2】



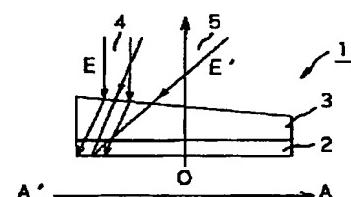
【図3】



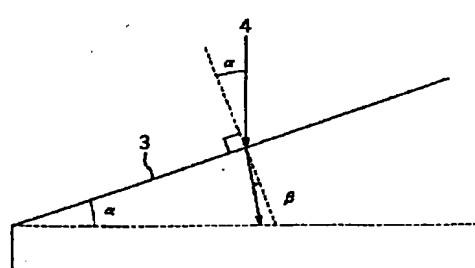
【図4】



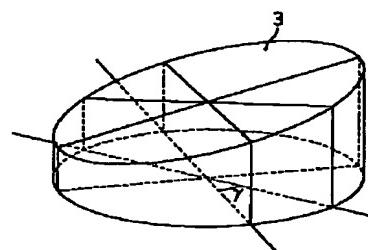
【図5】



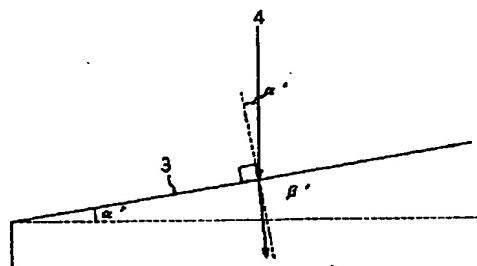
【図6】



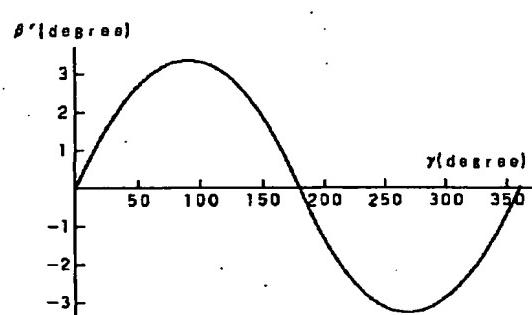
【図7】



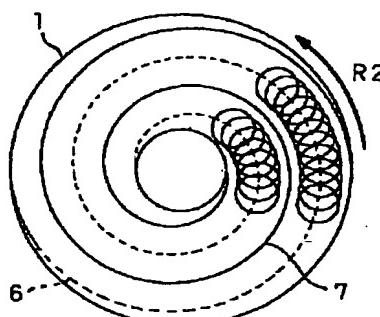
【図8】



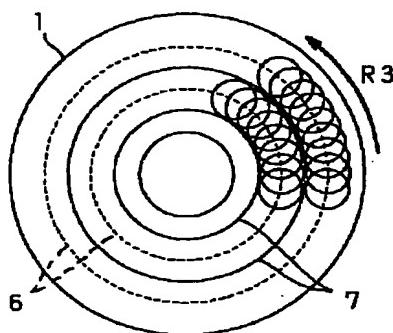
【図9】



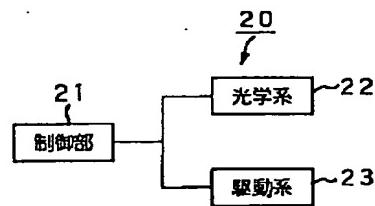
【図10】



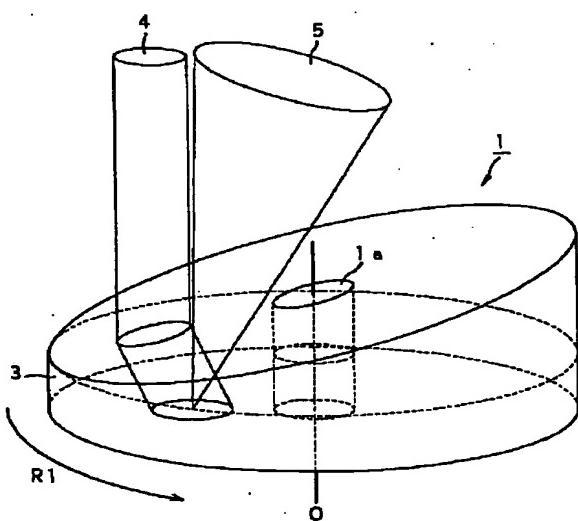
【図11】



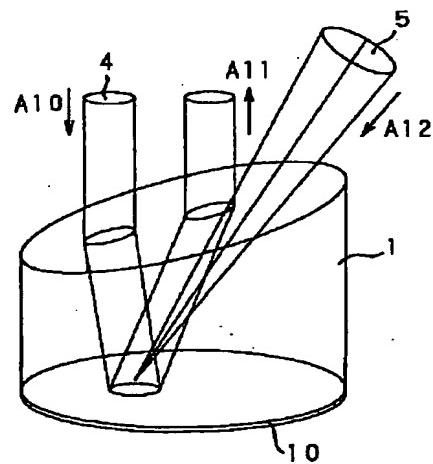
【図25】



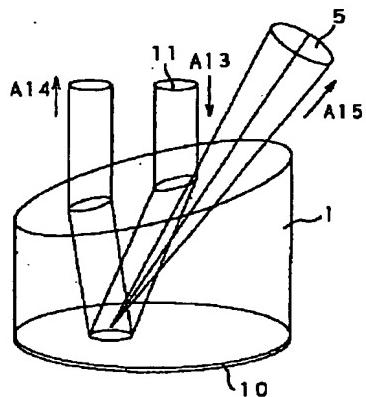
【図12】



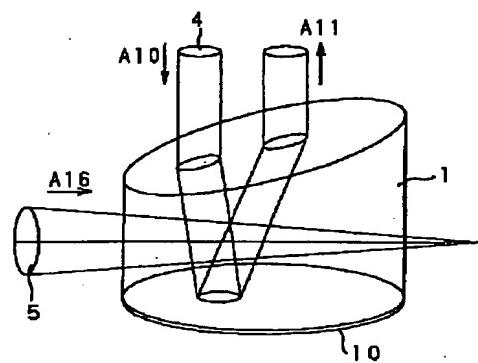
【図13】



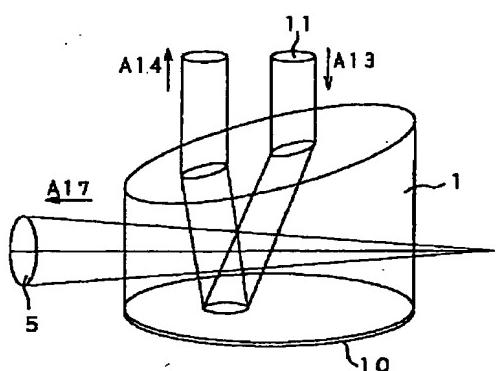
【図14】



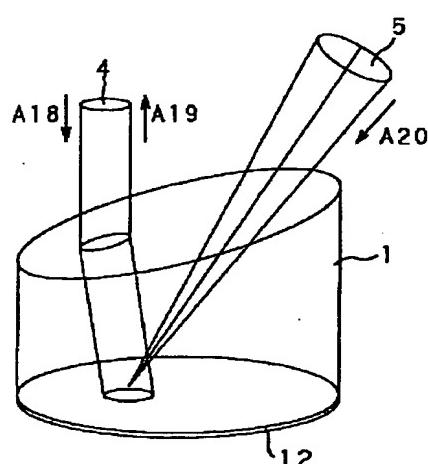
【図15】



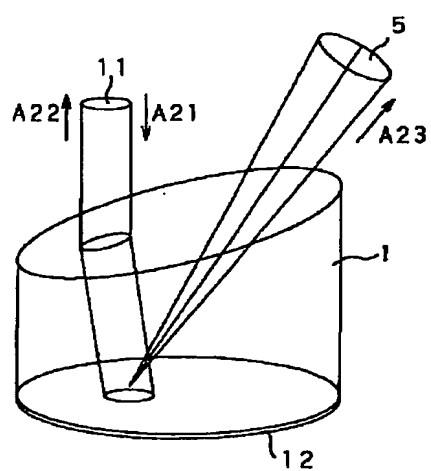
【図16】



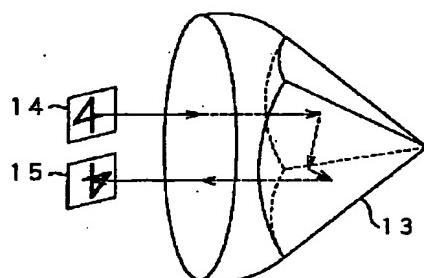
【図17】



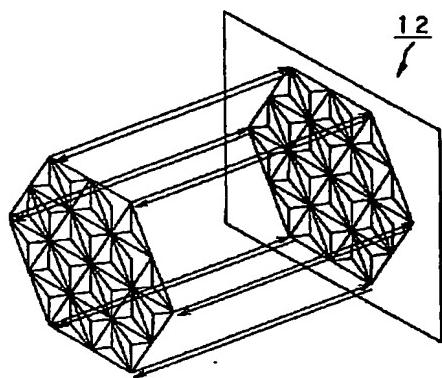
【図18】



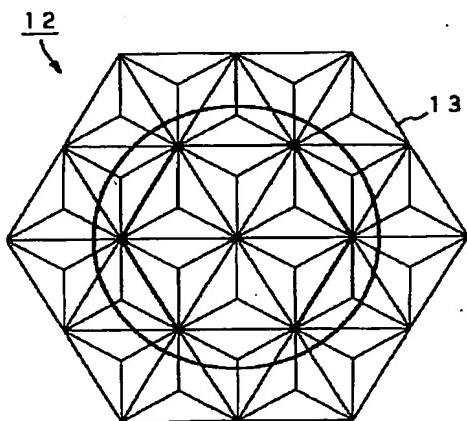
【図19】



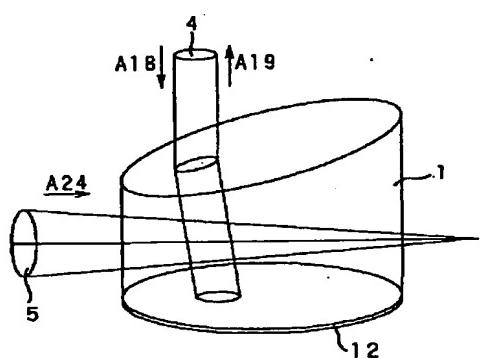
【図20】



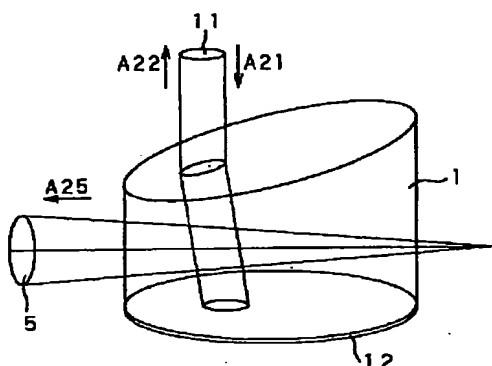
【図21】



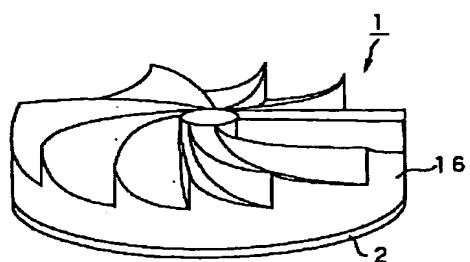
【図22】



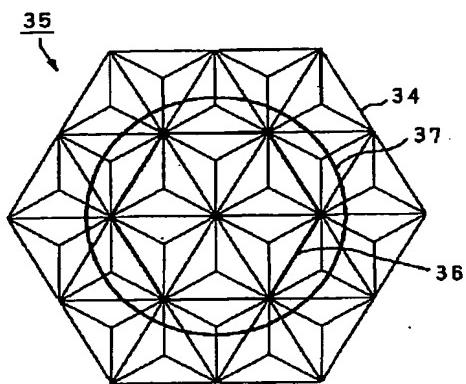
【図23】



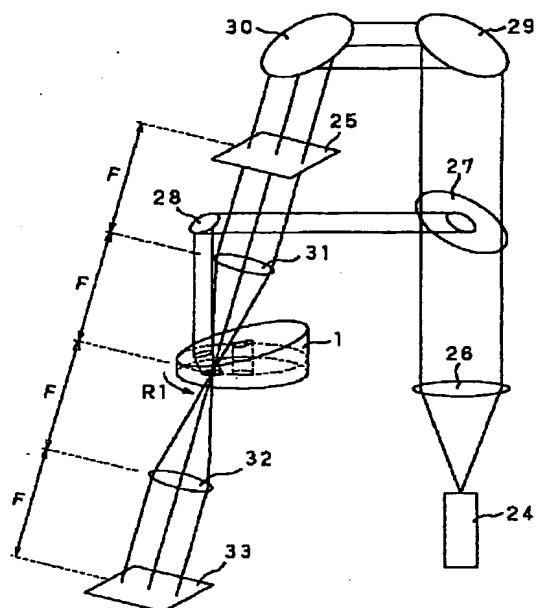
【図24】



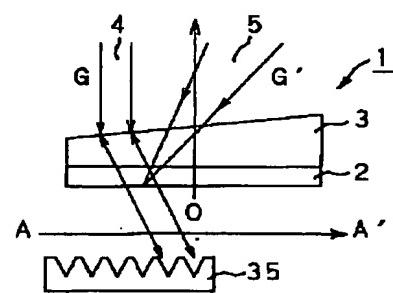
【図27】



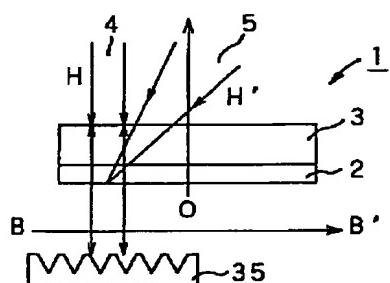
【図26】



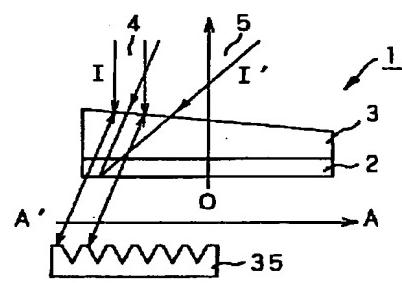
【図28】



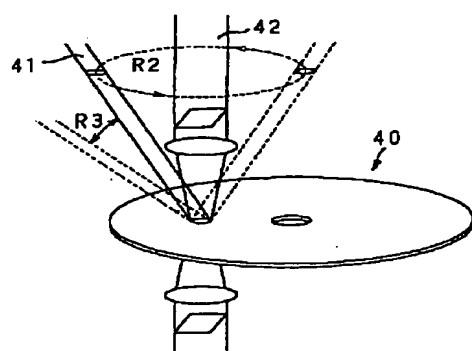
【図29】



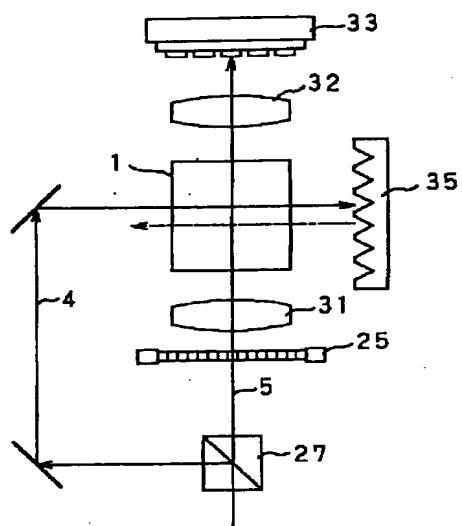
【図30】



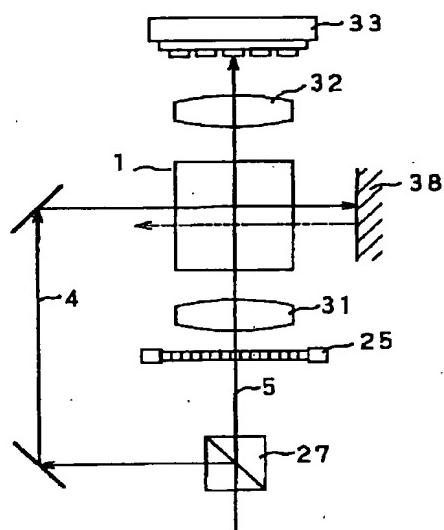
【図33】



【図31】



【図32】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H042 EA04 EA05 EA15
 2K008 AA04 AA17 BB04 BB05 BB06
 CC01 CC03 DD12 DD23 EE01
 EE04 FF07 FF17 FF21 HH00
 HH06 HH18 HH20 HH25 HH26
 HH28
 5D090 AA01 BB03 BB05 BB17 CC01
 CC14 DD03 FF11 LL02

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the hologram record medium with which an information signal is recorded as topology of light by the ability irradiating a reference beam and body light, rotating It has the 1st parallel principal plane and the 2nd principal plane which has an inclination to this 1st principal plane to a rotation flat surface. It is the hologram record medium for which at least one side is irradiated from the 2nd principal plane of the above and which is characterized by having the translucency which can make a part of irradiated above-mentioned reference beam and body light [at least] penetrate among the above-mentioned reference beam and body light.

[Claim 2] It has the 1st parallel principal plane of the above, and the 2nd principal plane of the above which has an inclination to this 1st principal plane to the above-mentioned rotation flat surface. The substrate which has the translucency which at least one side is irradiated [translucency] from the 2nd principal plane of the above among the above-mentioned reference beam and body light, and can make a part of irradiated above-mentioned reference beam and body light [at least] penetrate, It is the hologram record medium according to claim 1 which is arranged in parallel to the above-mentioned rotation flat surface, is equipped with the recording layer which records and/or reproduces an information signal as topology of light, and is characterized by coming to constitute the above-mentioned recording layer with an organic sensitive material.

[Claim 3] The hologram record medium according to claim 1 characterized by coming to be formed with the photorefractive crystal which doped the metal.

[Claim 4] The above-mentioned metal is Fe, Ce, Pr, or a hologram record medium according to claim 3 characterized by being the alloy of Fe and Mn.

[Claim 5] The above-mentioned photorefractive crystal is a hologram record medium according to claim 3 characterized by being LiNbO₃ or LiTaO₃.

[Claim 6] The hologram record medium according to claim 1 characterized by arranging in the principal plane side of the above 1st of the opposite side the reflecting layer which reflects the above-mentioned reference beam and body light which were irradiated to the 2nd principal plane of the above by which the above-mentioned reference beam and body light are irradiated.

[Claim 7] The above-mentioned reflecting layer is a hologram record medium according to claim 6 characterized by being the cube-corner-reflector group which arranged the cube corner reflector in the shape of an array.

[Claim 8] In the hologram record regenerative apparatus which performs record and/or playback for an information signal as topology of light by irradiating a reference beam and body light to a hologram record medium It has the light source which outputs the drive system, and the above-mentioned reference beam and body light for rotating the above-mentioned hologram record medium. As opposed to a rotation flat surface As opposed to the 1st parallel principal plane and 1st parallel principal plane of the above As opposed to the hologram record medium which has the 2nd principal plane which has an inclination and has the translucency which can make a part of above-mentioned reference beam which at least one side was irradiated from the 2nd principal plane of the above among the above-mentioned reference beam and body light, and was irradiated, and body light [at least] penetrate The hologram record regenerative apparatus characterized by having the control section which performs control of the optical system which irradiates the above-mentioned reference beam and body light, and the above-mentioned drive system and the above-mentioned optical

system.

[Claim 9] The above-mentioned optical system is a hologram record regenerative apparatus according to claim 8 characterized by having the reflective section which reflects the irradiated above-mentioned reference beam, reflecting in the above-mentioned hologram record medium the above-mentioned reference beam which penetrated the above-mentioned hologram record medium once as a phase conjugation light using the above-mentioned reflective section, and reproducing considering an information signal as topology of light.

[Claim 10] The above-mentioned reflective section is a hologram record regenerative apparatus according to claim 9 characterized by being the cube-corner-reflector group which arranged the cube corner reflector or the cube corner reflector in the shape of an array.

[Claim 11] In the hologram record playback approach of performing record and/or playback for an information signal as topology of light by irradiating a reference beam and body light to a hologram record medium As opposed to a rotation flat surface As opposed to the 1st parallel principal plane and 1st parallel principal plane Have the 2nd principal plane which has an inclination and at least one side rotates the hologram record medium which has the translucency which can make a part of above-mentioned reference beam irradiated and irradiated from the 2nd principal plane of the above, and body light [at least] penetrate among the above-mentioned reference beam and body light. The hologram record playback approach characterized by performing record and/or playback for an information signal as topology of light to the above-mentioned hologram record medium using the above-mentioned reference beam and body light.

[Claim 12] The hologram record playback approach according to claim 11 characterized by reflecting the above-mentioned reference beam which penetrated the above-mentioned hologram record medium once using a mirror, making the same optical path go back, irradiating the above-mentioned hologram record medium as a phase conjugation light, and reproducing considering an information signal as topology of light.

[Claim 13] The hologram record playback approach according to claim 11 characterized by reflecting the above-mentioned reference beam which penetrated the above-mentioned hologram record medium once using the cube-corner-reflector group which arranged the cube corner reflector or the cube corner reflector in the shape of an array, making the same optical path go back, irradiating the above-mentioned hologram record medium as a phase conjugation light, and reproducing considering an information signal as topology of light..

[Claim 14] The hologram record playback approach according to claim 13 characterized by arranging the above-mentioned cube corner reflector or the above-mentioned cube-corner-reflector group in the beam waist of the above-mentioned reference beam which penetrated the above-mentioned hologram record medium once.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]**

[Field of the Invention] It is related with the hologram record medium which records an information signal as topology of light, and the hologram record regenerative apparatus and the hologram record playback approach of carrying out record playback of the information signal as topology of light.

[0002]

[Description of the Prior Art] The conventional hologram record medium is carrying out the film configuration, the disk configuration, etc., and records the information signal used as the candidate for record as topology of the interference pattern of a reference beam and body light, i.e., a reference beam, and body light by the ability irradiating the reference beam and body light which are a coherent laser beam mutually. Here, the information signal is given to body light as topology of light, and they is the laser beam reflected from the body, and a laser beam modulated by the space modulator. Moreover, a hologram record medium reproduces a hologram by the ability irradiating the playback light which is a reference beam or a reference beam, and a phase conjugation light.

[0003] There are many reports about the hologram record regenerative apparatus using the hologram record medium of a disk configuration. For example, in United States patent USP5671073, the approach (below, it is called shift multiplex record.) of carrying out multiplex record of the hologram by rotation of the hologram record medium of a disk configuration is proposed, using a spherical wave as a reference beam.

[0004] Moreover, recently, the example of the hologram record medium which processed the crystal into the disk configuration is also announced (Tao Shiquan et al."Multi-track storage of 10,000 holograms in a disk-type photorefractive crystal,"SPIE Vol.3864, pp.270 (1999)).

[0005] There is the approach (below, it is called include-angle multiplex record.) of carrying out multiplex record of the hologram as an approach of recording a hologram on the conventional hologram record medium by change of the incident angle over the hologram record medium of a reference beam and/or body light.

[0006] In order to perform include-angle multiplex record, the incident angle over the hologram record medium of a reference beam and/or body light must be changed using a beam deflector etc.

[0007] In order to perform include-angle multiplex record to a hologram record medium, as an approach of changing the angle of incidence of a reference beam and/or body light, there is technique using the beam deflector described below.

[0008] When a beam deflector is used, the technique electrically controlled using technique, an acoustooptic deflector (referred to as AOD below.), an electrooptic deflector (referred to as EOD below.), etc. which are mechanically controlled using a galvanomirror etc. as an approach of changing the angle of incidence over the hologram record medium of a reference beam and/or body light is used.

[0009] Here, the decomposition mark N of these beam deflectors set to phi wavelength of the reference beam irradiated [width of face / of the aperture of a beam deflector] by a (a round shape is 1.22 and a rectangle is 1.) and the hologram record medium in D and the configuration factor of aperture, and/or body light, and the include-angle amplitude of lambda, a reference beam, and/or body light is obtained by the following formulas 1 in it.

[0010]

[Equation 1]

$$N = \frac{\phi D}{a \lambda} \quad (\text{式1})$$

[0011] Therefore, it turns out that it has the width of face D of big aperture from the above-mentioned formula 1, and the decomposition mark N increase, so that the include-angle amplitude phi of a reference beam and/or body light is large. In addition, since the product of the incidence quantity of the reference beam in each side and/or body light and an angle of incidence becomes fixed, even if it arranges beam plastic surgery optical system before and after a beam deflector, this number of the decomposition points is more eternal than Lagrange Helmholtz's relation.

[0012] Moreover, as other methods of changing the angle of incidence of the reference beam irradiated to a hologram record medium, and/or body light, there is the beam deflection approach by the prism of a wedge configuration. In order that only a minute amount may change the travelling direction of a reference beam and/or body light, it is known that a minute include angle can be adjusted by rotating the prism of a wedge configuration. Thereby, a reference beam and/or body light can be deflected in the direction of arbitration. And if the vertical angle of the prism of a wedge configuration is made small, since the deflection angle over rotation can be made small, it is an approach effective in adjustment of the minute include angle of the travelling direction of a reference beam and/or body light.

[0013] Recently, the multiplex record approach of a new hologram is proposed. Moreover, as the example Below a detail There is an approach called the peri straw FIKKU multiplex record to describe (). [Kevin Curtis et al."Method for holographic storage using peristrophic multiplexing,] ["] 19 and Opt.Lett.993 (1994), A.Pu et al."High density holographic storage in thin film, "SPIE Vol.2338, Optical Data Storage (1994), 69.

[0014] ** squirrel TOROFIKKU multiplex record is the approach of realizing multiplex record of a hologram along with the conical surface which makes some hologram record media 40 made into the disk configuration top-most vertices by rotating a reference beam 41 in the direction of an arrow head R2, as shown in drawing 33.

[0015] Moreover, by changing the incident angle over the hologram record medium 40 of a reference beam 41 in the direction of an arrow head R3, ** squirrel TOROFIKKU multiplex record can use together the include-angle multiplex record approach of a hologram mentioned above in the radius vector direction, and can also raise a multiplicity further.

[0016] Here, in ** squirrel TOROFIKKU multiplex record, the Bragg angle is set to dtheta, lambda is given to this dtheta on wavelength and the incident angle of the reference beam 41 to the hologram record medium 40 and thetaS are given [t] to it for the thickness of the hologram record medium 40, and thetaR by the incident angle, then the following formulas 2 of the body light 42 to the hologram record medium 40.

[0017]

[Equation 2]

$$d\theta = \sqrt{\frac{2\lambda}{t}} \frac{\cos\theta_s}{\sin\theta_R(\sin\theta_R + \sin\theta_s)} \quad (\text{式2})$$

[0018] In addition, in the case of the include-angle multiplex record approach of the usual hologram, Bragg angle dtheta sets the refractive index of the hologram record medium 40 to n, and is given by the following formulas 3.

[0019]

[Equation 3]

$$d\theta' = \frac{\lambda \cdot \cos\theta_s}{n \cdot t \cdot \sin(\theta_R + \theta_s)} \quad (\text{式3})$$

[0020] Next, there is a method of performing phase conjugation playback as an approach of reproducing a hologram using the conventional hologram record medium using phase conjugation light with a reverse travelling direction with the phase same as a playback light as a reference beam.

As an approach for producing and cheating out of phase conjugation light, in order to perform phase conjugation playback, the irradiated reference beam is divided by the beam splitter, and there is the approach of making an optical path different from the reference beam for recording a hologram.

[0021]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when using the conventional hologram record medium mentioned above and recording and/or reproducing a hologram, the decomposition mark N of technique using AOD and EOD which are a beam deflector are 1000 points and about several ten points, respectively. There is a limitation in increasing a multiplicity with these numbers of the decomposition points. And in order to have made recording density into max, eliminating a cross talk noise, there was a problem that the deflecting angle of a reference beam and/or body light had to be controlled by precision of abundance extent for 1000 minutes.

[0022] moreover, the case of the technique mechanically controlled using the galvanomirror which is a beam deflector -- repeatability, such as backlash, and resolution -- there was a problem that the stability over precision or disturbance worsened.

[0023] There was a problem that the equipment which deflects a reference beam when carrying out peri straw FIKKU multiplex record was complicated, and became large-scale.

[0024] In the approach of performing phase conjugation playback, since playback light was produced and another optical path was made, when optical system was enlarged upwards and include-angle multiplex record of a hologram was performed, there was a problem that the beam deflector of a reference beam had to be prepared about each optical path.

[0025] Then, this invention aims at being proposed in view of the actual condition mentioned above, making it possible to control more the deflecting angle of the reference beam made to put ON to a hologram record medium, and body light to high degree of accuracy, raising the multiplicity of a hologram to record, and raising the storage capacity of a hologram record medium.

[0026]

[Means for Solving the Problem] The hologram record medium applied to this invention in order to solve the technical problem mentioned above is a hologram record medium with which an information signal is recorded as topology of light by the ability irradiating a reference beam and body light, rotating. Moreover, it is characterized by having the 1st parallel principal plane and the 2nd principal plane which has an inclination to this 1st principal plane to a rotation flat surface, and at least one side having the translucency which can make a part of reference beam which was irradiated from the 2nd principal plane and irradiated, and body light [at least] penetrate among a reference beam and body light.

[0027] The hologram record medium concerning this invention constituted as mentioned above can deflect the reference beam irradiated by rotating with a hologram record medium, can carry out include-angle multiplex record of the information signal as topology of a reference beam and body light, and can raise recording density.

[0028] Moreover, the hologram record regenerative apparatus concerning this invention is a hologram record regenerative apparatus which performs record and/or playback for an information signal as topology of light by irradiating a reference beam and body light to a hologram record medium. Moreover, the drive system for rotating a hologram record medium, Have the light source which outputs a reference beam and body light, and the 1st parallel principal plane and 1st parallel principal plane are received to a rotation flat surface. The optical system which irradiates a reference beam and body light to the hologram record medium which has the 2nd principal plane which has an inclination and has the translucency which can make a part of reference beam which at least one side was irradiated from the 2nd principal plane among a reference beam and body light, and was irradiated, and body light [at least] penetrate, It is characterized by having the control section which performs control of a drive system and optical system.

[0029] And the hologram record playback approach concerning this invention is the hologram record playback approach of performing record and/or playback for an information signal as topology of light, by irradiating a reference beam and body light to a hologram record medium. Moreover, it has the 1st parallel principal plane and the 2nd principal plane which has an inclination to the 1st principal plane to a rotation flat surface. At least one side is irradiated from the 2nd principal plane among a reference beam and body light. The hologram record medium which has the translucency

which can make a part of irradiated reference beam and body light [at least] penetrate is rotated, and it is characterized by performing record and/or playback for an information signal as topology of light to the above-mentioned hologram record medium using a reference beam and body light.

[0030] By the hologram record regenerative apparatus and the hologram record playback approach concerning this invention constituted as mentioned above, to the hologram record medium concerning this invention mentioned above, a reference beam and body light are irradiated, and an information signal can be recorded and/or reproduced as topology of light. And in case include-angle multiplex record is performed for an information signal as topology of light, the precision of control of the include angle which deflects a reference beam can be raised, and recording density can be raised.

[0031]

[Embodiment of the Invention] The hologram record medium concerning this invention is explained to a detail using a drawing about the case where it applies to the hologram record medium of an abbreviation disk configuration.

[0032] Record and/or playback of a hologram are performed in this hologram record medium using the hologram record regenerative apparatus and the hologram record playback approach concerning this invention. In addition, below, a hologram record regenerative apparatus and the hologram record playback approach are also explained collectively.

[0033] The hologram record medium concerning this invention is concretely shown as the 1st example of a configuration, and 2nd example of a configuration below.

[0034] First, as 1st example of a configuration, as shown in drawing 1, the hologram record medium 1 is made into the abbreviation disk configuration of having opening 1a, in the center as a whole, and is constituted by the hologram recording layer 2 and the wedge substrate 3. Moreover, the hologram record medium 1 rotates in the direction of an arrow head R1 centering on Shaft O at the time of record playback. The hologram record medium 1 has the 1st parallel principal plane and the 2nd principal plane which has an inclination to this 1st principal plane to the rotation flat surface of the hologram record medium 1.

[0035] The hologram recording layer 2 is arranged in the parallel 1st principal plane side by the hologram record medium 1 to the rotation flat surface of the hologram record medium 1. Moreover, the hologram recording layer 2 records the information signal used as the candidate for record as an interference pattern of a reference beam 4 and the body light 5 by the ability irradiating the reference beam 4 and the body light 5 which are a coherent laser beam mutually. The topology of the irradiated reference beam 4 and the body light 5 is included in this interference pattern.

[0036] Although all the ingredients that can record a hologram can be used as an ingredient which constitutes the hologram recording layer 2, it is desirable to, use organic record ingredients, such as a photopolymer and liquid crystal, for example.

[0037] The hologram record medium 1 carries out the rotation flat-surface pair of the wedge substrate 3, and it has the 1st parallel principal plane and the 2nd principal plane which has an inclination to this 1st principal plane. It is arranged so that the 1st principal plane may turn into a base and may contact the hologram recording layer 2. Moreover, since the 2nd principal plane inclines to the 1st principal plane, the wedge substrate 3 is deflected by having a function as prism, making the irradiated reference beam 4 penetrate, and making it refracted.

[0038] What is necessary is just to be able to make a reference beam 4 and the body light 5 penetrate as an ingredient which constitutes the wedge substrate 3.

[0039] A reference beam 4 and the body light 5 are coherent laser beams mutually, are irradiated by the hologram record medium 1 from the laser light source (not shown) with which the hologram record regenerative apparatus mentioned later is equipped, and record a hologram. The body light 5 includes the information signal used as the candidate for record as topology of light.

[0040] The hologram record medium 1 constituted as mentioned above rotates in the arrow-head R1 direction centering on a revolving shaft O. In this case, chucking of the opening 1a is carried out for example, by the hologram recording apparatus. Since the wedge substrate 3 has a function as prism in case the hologram record medium 1 rotates, the direction of the vertical angle as prism of the wedge substrate 3 will rotate. In order that the angle of incidence at the time of the reference beam 4 irradiated from the laser light source to the hologram record medium 1 carrying out incidence into

the wedge substrate 3 by this may change, a reference beam 4 is deflected within the wedge substrate 3.

[0041] Here, signs that the reference beam 4 mentioned above deviates with rotation of the hologram record medium 1 are shown in drawing 2 thru/or drawing 5 R> 5 as a sectional view.

[0042] First, the sectional view in the A-A' line in drawing 2 is shown in drawing 3. Incidence of the reference beam 4 irradiated towards the hologram record medium 1 is carried out into the wedge substrate 3 through the optical path of an arrow head C. In the wedge substrate 3, the reference beam 4 which carried out incidence is deflected by the plane of incidence of the wedge substrate 3, and reaches at the hologram recording layer 2.

[0043] On the other hand, through the optical path of arrow-head C', incidence of the body light 5 irradiated by the hologram record medium 1 is carried out into the wedge substrate 3, and it reaches the hologram recording layer 2.

[0044] Next, the sectional view in the condition of having fixed the location which a reference beam 4 is made irradiating from the sectional view in the B-B' line in drawing 2, i.e., the sectional view of drawing 3, and having rotated the hologram record medium 1 90 degrees in the direction of an arrow head R1 is shown in drawing 4. Incidence of the reference beam 4 irradiated towards the hologram record medium 1 is carried out into the wedge substrate 3 through the optical path of an arrow head D. In the wedge substrate 3, the reference beam 4 which carried out incidence is deflected by the plane of incidence of the wedge substrate 3, and reaches at the hologram recording layer 2.

[0045] On the other hand, through the optical path of arrow-head D', incidence of the body light 5 irradiated by the hologram record medium 1 is carried out into the wedge substrate 3, and it reaches the hologram recording layer 2.

[0046] Next, the sectional view in the condition of having fixed the location which a reference beam 4 is made irradiating from the sectional view in the A'-A line in drawing 2, i.e., the sectional view of drawing 3, and having rotated the hologram record medium 1 180 degrees in the direction of an arrow head R1 is shown in drawing 5. Incidence of the reference beam 4 irradiated towards the hologram record medium 1 is carried out into the wedge substrate 3 through the optical path of an arrow head E. In the wedge substrate 3, the reference beam 4 which carried out incidence is deflected by the plane of incidence of the wedge substrate 3, and reaches at the hologram recording layer 2.

[0047] On the other hand, through the optical path of arrow-head E', incidence of the body light 5 irradiated by the hologram record medium 1 is carried out into the wedge substrate 3, and it reaches the hologram recording layer 2.

[0048] Next, in the condition of having fixed the location which a reference beam 4 is made irradiating from the sectional view in the A'-A line in drawing 2, i.e., the sectional view of drawing 3, and having rotated the hologram record medium 1 270 degrees in the direction of an arrow head R1, explanation is omitted for drawing 4 and an abbreviation EQC.

[0049] As mentioned above, the travelling direction of the reference beam 4 which irradiated the hologram record medium 1 because the hologram record medium 1 rotates can be deflected by the plane of incidence of the wedge substrate 3. And the following information signal is recorded as a hologram in the place which rotated only sufficient include angle until the Bragg condition of a hologram recorded before was no longer fulfilled. At the time of playback, if playback light (not shown) is made to irradiate to the hologram record medium 1, the recorded body light 5 will be reproduced and an information signal will be reproduced as a hologram.

[0050] In addition, the phase conjugation light which is a reference beam 4 or a reference beam 4, and a phase conjugation laser beam as a playback light can be used. This playback light is outputted from the laser light source of the hologram record regenerative apparatus mentioned later.

[0051] Here, the relation between the vertical angle of the prism of the wedge substrate 3 and the include angle of a deviation within the hologram record medium 1 is shown to drawing 6 R> 6 thru/or drawing 8. As what carries out incidence of the reference beam 4 perpendicularly to the base of the hologram record medium 1, n, then sin α can express [the vertical angle of the wedge substrate 3] the refractive index of beta and the wedge substrate 3 for the angle of the deviation direction of the reference beam 4 within alpha and the wedge substrate 3, and the normal of the 2nd

principal plane of the hologram record medium 1 to make like the following formulas 4.

[0052]

[Equation 4]

$$\sin \alpha = n \cdot \sin \beta \quad (\text{式4})$$

[0053] beta' then tanalpha', and sinalpha' can express [the include angle which measured the direction perpendicular to the direction of a vertical angle of the wedge substrate 3 counterclockwise as 0 times] the include angle of alpha', and a reference beam 4 and the normal of the 2nd principal plane of the hologram record medium 1 to make for the vertical angle of the wedge substrate 3 in gamma and gamma side like the following formulas 5 and a formula 6.

[0054]

[Equation 5]

$$\tan \alpha' = \tan \alpha \times \sin \gamma \quad (\text{式5})$$

[0055]

[Equation 6]

$$\sin \alpha' = n \cdot \sin \beta' \quad (\text{式6})$$

[0056] The result of it having been allied and having calculated these about the case of $n=1.5$ alpha=5 times is shown in drawing 9 as a graph. While the hologram record medium 1 rotates one time so that this graph may also show, beta' changes in **3.33 degrees. On this condition, if include-angle multiplex record is performed every 5/1000 degree, it will become the count which can carry out multiplex record of the about 2500 hologram in 1 round of the hologram record medium 1.

[0057] By using as a truck the field for 1 round by which multiplex record was carried out in this hologram, the hologram record medium 1 can continue and record each hologram on the concentric circular truck of the spiral or the arrow head R3 of an arrow head R2, as shown in drawing 10 $R>0$ and drawing 11. If such truck structure 6 is formed in concentric circular 400, multiplex record of the hologram of 1 million can be carried out.

[0058] Since the adjacent truck is recorded by the same reference beam 4 when not using the include-angle deviation technique by the beam deflector used conventionally, or the wavelength adjustable technique according wavelength to a laser light source or two or more laser light sources etc. in which adjustable is possible here, if an adjacent truck is piled up and recorded, playback light will be irradiated by both trucks at the time of playback of a hologram. Thereby, since two or more holograms will be reproduced to coincidence, each truck must be separated completely. However, if it records combining the include-angle deviation technique or the wavelength adjustable technique of being used conventionally, multiplex record of the hologram can be carried out and a multiplicity, i.e., recording density, can be further raised also in the radius vector direction.

[0059] In addition, between each truck, as shown in drawing 10 and drawing 11 $R>1$, a groove 7 etc. may be formed like the optical disk used from the former for positioning of the laser beam at the time of record or playback.

[0060] As mentioned above, in the 1st example of a configuration of the hologram medium 1 concerning this invention, when it has the 1st principal plane and 2nd principal plane as the wedge substrate 3 which the hologram record medium 1 has mentioned above, and this hologram record medium 1 rotates, in the wedge substrate 3, the travelling direction of the reference beam 4 which carries out incidence can be deflected, and include-angle multiplex record of a hologram can be performed to the hologram recording layer 2. Moreover, the include angle which deflects a reference beam 4, without making a hologram record regenerative apparatus enlarge is controllable with a sufficient precision.

[0061] Moreover, the hologram record medium 1 reproduces the hologram recorded by the ability irradiating a reference beam 4 or a reference beam 4, and a phase conjugation laser beam as a playback light.

[0062] In addition, about control of the include angle which deflects a reference beam 4, precision improves like the case where the way which used the deviation approach by rotation of the hologram record medium 1 rotates prism compared with the include-angle deflection means which used the conventional beam deflector etc. Next, as 2nd example of a configuration, as shown in drawing 12,

the hologram record medium 1 is made into the abbreviation disk configuration of having opening 1a, in the center as a whole, and is constituted by the wedge substrate 3. Moreover, the hologram record medium 1 rotates in the direction of an arrow head R1 centering on Shaft O at the time of record playback. The hologram record medium 1 has the 1st parallel principal plane and the 2nd principal plane which has an inclination to this 1st principal plane to the rotation flat surface of the hologram record medium 1. In addition, below, only difference with the 1st example of a configuration is explained, and explanation is omitted about the other point for an abbreviation EQC.

[0063] The wedge substrate 3 has an abbreviation disk configuration, and has the 1st level principal plane and the 2nd principal plane which has an inclination to this 1st principal plane to the rotation flat surface of the hologram record medium 1.

[0064] Moreover, the wedge substrate 3 records the information signal used as the candidate for record as an interference pattern of a reference beam 4 and the body light 5 by the ability irradiating the reference beam 4 and the body light 5 which are a coherent laser beam mutually.

[0065] Furthermore, the wedge substrate 3 has a function as prism, can be made to be able to deflect it by making the reference beam 4 and the body light 5 by which incidence was carried out into the wedge substrate 3 refracted in plane of incidence, and can be made to penetrate.

[0066] As an ingredient which constitutes the wedge substrate 3, inorganic record ingredients, such as a photorefractive crystal which doped the alloy of Fe, Ce, Pr, or Fe and Mn etc., are used, for example. Moreover, as a photorefractive crystal, LiNbO₃ and LiTaO₃ grade are suitable, for example.

[0067] The hologram record medium 1 constituted as mentioned above rotates in the arrow-head R1 direction centering on Shaft O like the case where it has the hologram recording layer 2 mentioned above.

[0068] About the deviation direction of the reference beam 4 at the time of the hologram record medium 1 rotating, and the body light 5, since it is the hologram recording layer 2 and an abbreviation EQC like the 1st example of a configuration mentioned above, explanation is omitted.

[0069] In addition, when it does not have the hologram recording layer 2 as 2nd example of a configuration to recording a hologram on the hologram recording layer 2 when the hologram record medium 1 has the hologram recording layer 2 like the 1st example of a configuration, a hologram is recorded on the wedge substrate 3. In other words, it can be said that the wedge substrate 3 whole is used as a record section.

[0070] However, in the hologram record medium 1, to use the ingredient which has the property of birefringences, such as a crystal, it needs to be cautious of the polarization direction of the laser beam used for record and/or playback, and bearing of a crystallographic axis. That is, as for the laser beam used in case a hologram is recorded and/or reproduced, it is desirable to choose the polarization direction and crystal orientation so that the inside of the hologram record medium 1 may be spread as proper polarization.

[0071] For example, in the lithium-niobate (LiNbO₃) crystal which is a photorefractive crystal used best, the c-axis of a crystal is perpendicularly carried out on the base of the wedge substrate 3, and it spreads a reference beam 4 and the body light 5 as an ordinary ray.

[0072] By having the wedge substrate 3, in the wedge substrate 3, the reference beam 4 by which incidence was carried out can be deflected, and a hologram can be recorded in the 2nd example of a configuration of the hologram record medium 1 constituted as mentioned above. And when the hologram record medium 1 rotates, include-angle multiplex record can be performed easily, without using the optical system for the incident angle of a reference beam 4 changing into the hologram record medium 1, and changing the incident angle of a reference beam 4.

[0073] Moreover, the hologram record medium 1 reproduces the hologram recorded by the ability irradiating a reference beam 4 or a reference beam 4, and a phase conjugation laser beam as a playback light.

[0074] In addition, compared with the conventional deflection means, the way which used the deviation approach by rotation of the hologram record medium 1 can control by rotation of the hologram record medium 1 the include angle which deflects a reference beam 4 with a sufficient precision like the case where prism is rotated.

[0075] In addition, it is good though it has the reflecting layer in which the hologram record medium 1 concerning this invention reflects a reference beam 4. So, below, the case where it has a reflecting layer is explained. In addition, in the point which does not have description especially, it shall be the hologram record medium 1 and abbreviation EQC which do not have the reflecting layer mentioned above, and explains.

[0076] A reflecting layer is arranged in an parallel 1st principal plane side to the rotation flat surface of the hologram record medium 1, and has the disk configuration of an approximate circle form. Moreover, a reflecting layer can reflect the reference beam 4 irradiated from the 2nd principal plane which has an inclination to the 1st principal plane of the hologram record medium 1. As a reflecting layer, a flat-surface mirror or a cube corner reflector can be used.

[0077] First, the case where a flat-surface mirror is used as a reflecting layer is explained. As shown in drawing 13 and drawing 14, the flat-surface mirror 10 is arranged by the lower part of the hologram record medium 1, and reflects a reference beam 4.

[0078] When recording a hologram to the hologram record medium 1 which has the flat-surface mirror 10, a reference beam 4 is irradiated in the direction shown in the arrow head A10 in drawing 13. Next, incidence of the reference beam 4 is carried out to the hologram record medium 1, it is deflected by plane of incidence, and is reflected in the direction shown in an arrow head A11 by the flat-surface mirror 10.

[0079] When recording a hologram to the hologram record medium 1 which has the flat-surface mirror 10, the body light 5 is irradiated in the direction shown in an arrow head A12.

[0080] The hologram record medium 1 records as a hologram the interference pattern of the reference beam 4 and the body light 5 which carried out incidence by optical path which was mentioned above.

[0081] When reproducing a hologram, the playback light 11 is irradiated in the direction shown in the arrow head A13 in drawing 14. Next, incidence of the playback light 11 is carried out to the hologram record medium 1, it is deflected, and is reflected in the direction shown in an arrow head A14 by the flat-surface mirror 10. The body light 5 reproduced from the hologram record medium 1 which has irradiated the playback light 11 is reproduced in the direction shown in an arrow head A15.

[0082] Moreover, the hologram record medium 1 may presuppose that it is the direction of incidence of the body light 5 mentioned above from [which is shown in an arrow head A16] a peripheral surface, as shown in drawing 15. In this case, it is reproduced in the direction where the body light 5 shows the recorded hologram to an arrow head A17 as shown all over drawing 16 when the playback light 11 is irradiated and it reproduces. In a reference beam 4, since it is the same as that of the case where the body light 5 is able to be irradiated from the direction shown in an arrow head A12, explanation is omitted. In addition, in case the body light 5 is irradiated [which is shown in an arrow head A16] from a peripheral surface, when it has the hologram recording layer 2 like the 1st example of a configuration, the field in which a reference beam 4 and the body light 5 interfere must be made into the inside of the hologram recording layer 2.

[0083] As mentioned above, when the flat-surface mirror 10 is used as a reflecting layer, the body light 5 is reproduced in the direction where the body light 5 was irradiated by irradiating the playback light 11 which is a reference beam 4 from an optical path contrary to the reference beam 4 at the time of recording a hologram.

[0084] Next, the case where a cube-corner-reflector group is used as a reflecting layer is explained. To the rotation flat surface of the hologram record medium 1, as shown in drawing 17 and drawing 18, record playback of a hologram is performed to an parallel 1st principal plane side by arranging the cube-corner-reflector group 12.

[0085] The cube-corner-reflector group 12 arranges the cube corner reflector 13 shown in drawing 19 in the shape of an array. A cube corner reflector 13 is prism, a mirror, etc. from which three reflectors become perpendicular mutually and which it comes to arrange in a location, and has the configuration which cut off the cubical vertical angle. A cube corner reflector 13 carries out total reflection of the laser beam by which incidence was carried out from the whole surface in three reflectors, and carries out outgoing radiation from plane of incidence to hard flow to the direction of incidence of a laser beam. In this case, the laser beam which carries out outgoing radiation polarizes

180 degrees to the laser beam which carried out incidence. The image 14 and image 15 which are shown in drawing 19 show that the image which carried out incidence is polarizing 180 degrees, the image 14 by which incidence was carried out repeats total reflection 3 times within a cube corner reflector 13, polarizes 180 degrees like an image 15, and outgoing radiation of them is carried out. In addition, since it does not have a wavelength dependency, the cube corner reflector 13 from which the interior was constituted by the mirror in the air is effective especially when performing wavelength multiplexing record.

[0086] A cube corner reflector 13 is arranged without a clearance, and the cube-corner-reflector group 12 which arranged the cube corner reflector 13 which was mentioned above in the shape of an array is constituted, as shown in drawing 20 and drawing 21.

[0087] When recording a hologram to the hologram record medium 1 which has the cube-corner-reflector group 12, a reference beam 4 is irradiated in the direction shown in the arrow head A18 in drawing 17. Next, incidence of the reference beam 4 is carried out to the hologram record medium 1, it is deflected by plane of incidence, and is reflected in the direction of an arrow head A19 by the cube-corner-reflector group 12.

[0088] When recording a hologram to the hologram record medium 1 which has the cube-corner-reflector group 12, the body light 5 is irradiated in the direction shown in an arrow head A20.

[0089] The hologram record medium 1 records as a hologram the interference pattern of the reference beam 4 and the body light 5 which carried out incidence by optical path which was mentioned above.

[0090] When reproducing a hologram, the playback light 11 is irradiated in the direction shown in the arrow head A21 in drawing 18. Next, incidence is carried out to the hologram record medium 1, and it deviates by plane of incidence, and is reflected in the direction of an arrow head A22 by the cube-corner-reflector group 12. The body light 5 produced from the hologram record medium 1 which has irradiated the playback light 11 is reproduced in the direction shown in an arrow head A23.

[0091] Moreover, suppose that it is [of the hologram record medium 1 which shows the direction of incidence of the body light 5 mentioned above to the arrow head A24 in drawing 2222] a peripheral surface. In this case, the direction where the body light 5 is reproduced turns into a direction shown in the arrow head A25 in drawing 23. In a reference beam 4, since it is the same as that of the case where the body light 5 is able to be irradiated from the direction shown in an arrow head A20, explanation is omitted. In addition, in case the body light 5 is irradiated [of the hologram record medium 1 shown in an arrow head A24] from a peripheral surface, when it has the hologram recording layer 2 like the 1st example of a configuration, the field in which a reference beam 4 and the body light 5 interfere must be made into the inside of this hologram recording layer 2.

[0092] As mentioned above, when the cube-corner-reflector group 12 is used as a reflecting layer, the body light 5 is reproduced in the direction where the body light 5 was irradiated by irradiating the playback light 11 which is phase conjugation light in a reference beam 4 from a reverse optical path to the reference beam 4 at the time of recording a hologram.

[0093] By the above flow, the hologram record medium 1 which has a reflecting layer can reproduce the body light 5 which recorded the interference pattern of the reference beam 4 and the body light 5 which were irradiated, and was recorded by the ability irradiating the playback light 11, and can reproduce an information signal as a hologram.

[0094] In this case, phase conjugation playback of a hologram can be performed, using the reference beam 4 reflected as a playback light 11 by the reflecting layer arranged by the hologram record medium 1 as a phase conjugation light.

[0095] The optical system for making phase conjugation light to a hologram record regenerative-apparatus side by this becomes unnecessary, and since the location of the body light 5 reproduced becomes the sense by which the body light 5 was always irradiated, enlargement of an equipment configuration can be prevented.

[0096] Moreover, when the cube-corner-reflector group 12 is used, since the optical path of a reference beam 4 and the playback light 11 is completely the same, for the playback light 11, optical system cannot be adjusted but ** can also perform phase conjugation playback of a hologram as it is using a reference beam 4. In a hologram record regenerative apparatus, simplification of an

equipment configuration is also expectable with this.

[0097] In addition, although above-mentioned explanation showed the case where arranged the reflecting layer in the 1st [of the hologram record medium 1] principal plane side, and the reflected light of a reference beam 4 was used as a playback light 11, a reference beam 4 may be made to irradiate as a playback light 11 from the opposite side of the hologram record medium 1. In this case, although the equipment configuration of a hologram record regenerative apparatus is complicated somewhat, structure phase conjugation playback can be performed for optical path with the another reference beam 4 at the time of recording a hologram.

[0098] Moreover, in phase conjugation playback of a hologram, since the wave front of the reference beam 4 at the time of record is restored completely, aberration is amended completely. Therefore, as shown in drawing 15 and drawing 16, drawing 22, and drawing 23, even if the body light 5 is the case where it is made to irradiate from [of the hologram record medium 1] a peripheral surface, it can obtain a good playback output. Moreover, since the original wave front is completely restored at the time of phase conjugation playback of a hologram, the peripheral surface of the hologram record medium 1 can be made into the configuration of arbitration.

[0099] Here, considering the efficiency for light utilization by dispersion, the peripheral surface of the hologram record medium 1 can make high efficiency for light utilization of the scattered light by being formed with high profile irregularity, although a principle top may be a split face. However, a configuration may not be limited and may be surface of discontinuity.

[0100] In addition, if whenever [tilt-angle / of the wedge substrate 3] is made steep, since the hologram record medium 1 concerning this invention can raise the selectivity at the time of the deviation direction of a laser beam changing a lot, and the multiplicity at the time of being include-angle multiplex record of a hologram going up, and reproducing a hologram, it can raise recording density. However, if whenever [tilt-angle / of the wedge substrate 3] is enlarged simply, the hologram record medium 1 will become thick and the volume will increase. In order to avoid this, as shown in drawing 24, it is good also as a deformation wedge substrate 16 with which the field of the hologram record medium 1 is divided, and each field has an inclination to a rotation flat surface, respectively.

[0101] If it does in this way, since whenever [tilt-angle / of the wedge substrate 3 in each field] can be enlarged, the deflecting angle of a reference beam 4 can become large, and the multiplicity in include-angle multiplex record can be raised. Improvement in recording density is expectable with this. Moreover, the bias of the mass to the rotation flat surface of the hologram record medium 1 can be avoided, and rotational stability will increase. In addition, in drawing 24, although illustrated about the case where it has the hologram recording layer 2 like the 1st example of a configuration, you may be the case where it does not have the hologram recording layer 2 like the 2nd example of a configuration. Moreover, as mentioned above, also when it has a reflecting layer, it can apply.

[0102] In addition, though the hologram record medium 1 is not equipped with opening 1a in the center, it is good. In this case, since a storage region is securable to a center section, storage capacity can be increased.

[0103] Next, a hologram is explained about the case where record and/or playback are performed, to the hologram record medium 1 mentioned above about the hologram record regenerative apparatus and the hologram record playback approach concerning this invention. In addition, explanation is omitted to a thing equivalent to what was explained in the hologram record medium 1 mentioned above.

[0104] The example of a configuration of the hologram record regenerative apparatus 20 concerning this invention is shown in drawing 25. The hologram record regenerative apparatus 20 is constituted by a control section 21, optical system 22, and the drive system 23.

[0105] A control section 21 controls the hologram record regenerative-apparatus 20 whole.

[0106] Optical system 22 has a laser light source 24, the space modulator 25, a collimator lens 26, a beam splitter 27, mirrors 28, 29, and 30, Fourier transformer lenses 31 and 32, and the detector array 33, as shown in drawing 26.

[0107] A laser light source 24 has the desirable light source which can output continuously solid state laser, gas laser, semiconductor laser, and the coherent light by those nonlinear wavelength conversion. Since especially the second harmonic of Nd:YAG laser and Nd:YVO₄ laser and Ar ion

laser can be received easily [sensibility is high, and coherence is also upwards excellent, and] to the hologram record medium 1 as a laser light source 24 in case a hologram is recorded to the hologram record medium 1 concerning this invention mentioned above, it is a suitable laser light source.

[0108] Moreover, as a laser light source 24, though semiconductor laser, such as a GaN system, is used, it is good. In this case, in order to narrow wavelength width of face, using DFB (Distributed Feed-Back) structure, an external resonator, etc. is also considered. Moreover, the laser beam which a laser light source 24 outputs is used as a reference beam 4, the body light 5, and a playback light 11.

[0109] The space modulator 25 gives an information signal as topology of light to the irradiated laser beam, and has the function which generates the body light 5 at the time of recording a hologram on the hologram record medium 1.

[0110] The transparency mold liquid crystal space modulator which is a commercial liquid crystal panel can be used for this space modulator 25, using a transparency mold. However, as a space modulator 25, it is not limited to the above-mentioned transparency mold liquid crystal space modulator, and the space modulator of the reflective mold using a micro machine technique etc. can be used.

[0111] A collimator lens 26 makes parallel light the laser beam outputted from the laser light source 24, and has the function sent to a beam splitter 27.

[0112] In order to halve the laser beam made into parallel light and to make one side into a reference beam 4 by the collimator lens 26, it reflects in a mirror 28, and a beam splitter 27 has the function which penetrates another side and is sent to a mirror 29.

[0113] A mirror 28 is made to irradiate to the hologram record medium 1 by making into a reference beam 4 the laser beam divided by the beam splitter 27.

[0114] A mirror 29 reflects in a mirror 30 the laser beam divided by the beam splitter 27.

[0115] A mirror 30 reflects in the space modulator 25 the laser beam reflected by the mirror 29.

[0116] Fourier transformer lens 31 carries out the Fourier transform of the laser beam which penetrated the space modulator 25, and is irradiated to the hologram record medium 1.

[0117] Fourier transformer lens 32 carries out the Fourier transform of the body light 5 reproduced from the hologram record medium 1, and is irradiated to the detector array 33.

[0118] It is constituted by CCD (Charge-Coupled Device) and the detector array 33 detects the reproduced body light 5 as an electrical signal. In addition, although CCD can obtain present most easily as a DITITA array 33, it is not limited to especially CCD, and since it can create by the low power and low cost, CMOS (Complementary Mental-oxide Semiconductor Device) with which development is progressing in recent years may be used.

[0119] The drive system 23 has the spindle motor (not shown) which carries out the rotation drive of the hologram record medium 1. In addition, a drive system 23 is not limited to a spindle motor, and a stepping motor etc. may be used for it.

[0120] The hologram record regenerative apparatus 20 concerning this invention constituted as mentioned above records a hologram to the hologram record medium 1 by operating as follows.

[0121] First, a laser light source 24 has the output of a laser beam adjusted by the control section 21, and irradiates a laser beam to a collimator lens 26. And a collimator lens 26 makes a laser beam parallel light, and is irradiated to a beam splitter 27.

[0122] A beam splitter 27 reflects a part of irradiated laser beam in a mirror 28, and makes the remaining laser beams penetrate to a mirror 29.

[0123] A mirror 28 irradiates the hologram record medium 1 by making into a reference beam 4 the laser beam reflected by the beam splitter 27.

[0124] On the other hand, a mirror 29 turns to a mirror 30 the laser beam penetrated from the beam splitter 27, and reflects, and further, a mirror 30 turns to the space modulator 25 the laser beam reflected by the mirror 29, and reflects it.

[0125] The space modulator 25 is controlled by the control section 21, displays the record pattern according to the information signal to record, gives an information signal to the laser beam reflected by the mirror 30 as topology of light, makes it the body light 5, and is penetrated to Fourier transformer lens 31.

[0126] Fourier transformer lens 31 carries out the Fourier transform of the body light 5 to which the

information signal was given as topology of light with the space modulator 25, and is irradiated to the hologram record medium 1.

[0127] The hologram record regenerative apparatus 20 records the interference pattern of a reference beam 4 and the body light 5 on the hologram record medium 1 as a hologram by the above actuation. If record of the hologram of one sheet is completed, a drive system 23 will be controlled by the driving signal from a control section 21, the hologram record medium 1 will be rotated in the direction of an arrow head R1, and the following hologram will be recorded.

[0128] Next, the hologram record regenerative apparatus 20 reproduces a hologram by the following actuation from the hologram record medium 1 which had the hologram recorded. In addition, at the time of playback, the hologram record medium 1 is put on the same location as the time of record, and a reference beam 4 is used as a playback light 11.

[0129] First, a laser light source 24 has the output of a laser beam adjusted by the control section 21, and irradiates a laser beam to a collimator lens 26. And a collimator lens 26 makes a laser beam parallel light, and is irradiated to a beam splitter 27.

[0130] A beam splitter 27 reflects in a mirror 28 a part of laser beam irradiated from the collimator lens 26, and makes the remaining laser beams penetrate to a mirror 29.

[0131] A mirror 28 reflects further the laser beam reflected by the beam splitter 27, and irradiates the hologram record medium 1 as a playback light 11.

[0132] On the other hand, a shutter (not shown) interrupts the optical path of the laser beam which penetrated the beam splitter 27.

[0133] Thus, to the hologram record medium 1, as a playback light 11, it irradiates, and only the reference beam 4 used at the time of record turns to Fourier transformer lens 33 the body light 5 currently recorded, and is reproduced.

[0134] Fourier transformer lens 32 carries out the Fourier transform of the body light 5 reproduced with the hologram record medium 1, and carries out image formation of the pattern corresponding to an information signal on the detector array 33. And the detector array 33 can obtain the pattern corresponding to the information signal which carried out image formation as a playback information signal. If playback of the hologram of one sheet is completed, a drive system 23 will be controlled by the driving signal from a control section 21, the hologram record medium 1 will be rotated in the direction of an arrow head R1, and the following hologram will be reproduced.

[0135] The hologram record regenerative apparatus 20 reproduces a hologram by the above actuation.

[0136] In addition, in the hologram record regenerative apparatus 20, since the optical path of the playback light 4 which penetrates the hologram record medium 1, and the body light 5 will change with rotation of the hologram record medium 1, it adjusts the location of the detector array 33 by control of a control section 21 to compensate for rotation of the hologram record medium 1. In this case, for example, the location of the detector array 33 is adjusted using an actuator (not shown) etc.

[0137] In addition, **** showed the example as a fourier hologram of a transparency mold. In case the fourier hologram is recorded, the space modulator 25, Fourier transformer lens 31 and Fourier transformer lens 32 and Fourier transformer lens 32, and the detector array 33 consider as the configuration of the optical system called "4F System" arranged at spacing which all left only the focal distance F of Fourier transformer lenses 31 and 32. However, it is desirable to shift the hologram record medium 1 slightly from the exact fourier side in the hologram record medium 1. This is for fully securing the field which takes the large field which irradiates the body light 5 to the hologram record medium 1, and records a hologram.

[0138] In addition, naturally it is also possible to combine with the hologram record regenerative apparatus 20 and the hologram record playback approach concerning this invention various technique generally used. For example, it is also easily possible to have the reflective section in which the hologram record regenerative apparatus 20 is made to reflect a reference beam 4, and to consider as the hologram of a reflective mold.

[0139] Then, in case a hologram is reproduced, the case where the hologram record regenerative apparatus 20 has the reflective section is explained.

[0140] First, as the reflective section, as shown in drawing 27, the case where the cube-corner-

reflector group 35 which arranged the cube corner reflector 34 or the cube corner reflector 34 in the shape of an array is used is explained. A cube corner reflector 34 or the cube-corner-reflector group 35 can be correctly reflected in the direction which has irradiated the laser beam irradiated by the cube corner reflector 34 or the cube-corner-reflector group 35.

[0141] What is necessary is to reflect the reference beam 4 which is the plane wave which penetrated the hologram record medium 1 using a cube corner reflector 34, and just to consider as phase conjugation light, in order to perform phase conjugation playback using a cube corner reflector 34. However, the location of a reference beam 4 shifts in the optical path of going and return. In order to avoid this, a reference beam 4 should just always be made to carry out incidence focusing on **** of a cube corner reflector 34.

[0142] Since the laser beam to which the laser beam 36 which carried out incidence to six cube corner reflectors 34 located in a center section carries out incidence of the same optical path as it from a reverse side even if the optical path of each laser beam which carries out incidence changes with reflection exists when performing phase conjugation playback using the cube-corner-reflector group 35, the flux of light which advances to hard flow on the same wave front after all is acquired. Moreover, although the part which cannot contribute to phase conjugation playback is also produced in order that an optical path may shift to reflex time the laser beam 35 which carries out incidence to the cube corner reflector 34 of the periphery section, reflected light sufficient as a whole is obtained. Therefore, sufficient phase conjugation light can be obtained. Moreover, since the record approach of a hologram is the record approach that the redundancy spatially distributed over the record section of the hologram record medium 1 is high, it can fully reproduce a hologram using the phase conjugation light mentioned above.

[0143] In addition, the precision of the angle of reflection of a cube corner reflector 34 becomes a problem practically. By arrangement with which the lithium niobate which doped the iron which is typical record material is processed in the shape of a cube, and arrangement and the body light 5 and the reference beam 4 cross at right angles from the adjacent field, when it is going to carry out multiplex record of the hologram, multiplex record of the hologram is carried out at intervals of the include angle of about 5/1000 degree. For example, the angle-of-reflection precision of the cube-corner-reflector group 35 by the Edmond scientific company is about 60/1000 degree. In such a case, after narrowing a beam diameter once with parallel light, using a beam expander conversely, scale-factor part precision can be raised by carrying out incidence to the cube-corner-reflector group 35. For example, if the beam diameter of the incident light to the cube-corner-reflector group 35 is set to 1/12, the angle error of the beam of light which went and came back to the beam expander (not shown) after reflection by the cube-corner-reflector group 35, and returned to the hologram record medium 1 will become 5/1000 degree.

[0144] If such a cube-corner-reflector group 35 is used, even when performing record and/or playback of a hologram, rotating the hologram record medium 1 mentioned above, phase conjugation playback can be performed easily.

[0145] The important section is shown and explained to drawing 28 thru/or drawing 30 about the hologram record regenerative apparatus 20 which was mentioned above and which has the cube-corner-reflector group 35 as the reflective section.

[0146] First, the sectional view in the A-A' line of the hologram record medium 1 in drawing 2 is shown in drawing 28. Incidence of the reference beam 4 irradiated towards the hologram record medium 1 is carried out into the wedge substrate 3 through the optical path of an arrow head G. The reference beam 4 which carried out incidence to the wedge substrate 3 can change a travelling direction by plane of incidence, and reaches the hologram recording layer 2.

[0147] Through the optical path of arrow-head G', incidence of the body light 5 irradiated by the hologram record medium 1 on the other hand is carried out into the wedge substrate 3, and it reaches the hologram recording layer 2.

[0148] A hologram is recorded by the reference beam 4 and the body light 5 which carried out incidence from the above optical paths.

[0149] In case a hologram is reproduced, a reference beam 4 is used as it is as a playback light 11. Incidence of the reference beam 4 is carried out into the wedge substrate 3 through the optical path of an arrow head G. The reference beam 4 which carried out incidence to the wedge substrate 3 can

change a travelling direction by plane of incidence, reaches the hologram recording layer 2, and penetrates the hologram recording layer 2. And it is reflected by the cube-corner-reflector group 35, and a reference beam 4 goes back the optical path of an arrow head G, and reaches the hologram recording layer 2 again.

[0150] Phase conjugation playback is performed by making a reference beam 4 into phase conjugation light as mentioned above.

[0151] Next, the hologram record medium 1 shows the sectional view in the condition of having made it rotating 90 degrees in the direction of an arrow head R1 to drawing 29, from the sectional view in the B-B' line of the hologram record medium 1 in drawing 2, i.e., the sectional view shown in drawing 28. Incidence of the reference beam 4 irradiated towards the hologram record medium 1 is carried out into the wedge substrate 3 through the optical path of an arrow head H. The reference beam 4 which carried out incidence to the wedge substrate 3 can change a travelling direction by plane of incidence, and reaches the hologram recording layer 2.

[0152] Through the optical path of arrow-head H', incidence of the body light 5 irradiated by the hologram record medium 1 on the other hand is carried out into the wedge substrate 3, and it reaches the hologram recording layer 2.

[0153] A hologram is recorded by the reference beam 4 and the body light 5 which carried out incidence from the above optical paths.

[0154] In case a hologram is reproduced, a reference beam 4 is used as it is as a playback light 11. Incidence of the reference beam 4 is carried out into the wedge substrate 3 through the optical path of an arrow head H. The reference beam 4 which carried out incidence to the wedge substrate 3 can change a travelling direction by plane of incidence, reaches the hologram recording layer 2, and penetrates the hologram recording layer 2. And it is reflected by the cube-corner-reflector group 35, and a reference beam 4 goes back the optical path of an arrow head H, and reaches the hologram recording layer 2 again.

[0155] Phase conjugation playback is performed by making a reference beam 4 into phase conjugation light as mentioned above.

[0156] Next, the hologram record medium 1 shows the sectional view in the condition of having made it rotating 180 degrees in the direction of an arrow head R1 to drawing 30, from the A'A sectional view of the hologram record medium 1 in drawing 2, i.e., the sectional view shown in drawing 28. Incidence of the reference beam 4 irradiated towards the hologram record medium 1 is carried out into the wedge substrate 3 through the optical path of an arrow head I. The reference beam 4 which carried out incidence to the wedge substrate 3 can change a travelling direction by plane of incidence, and reaches the hologram recording layer 2.

[0157] Through the optical path of arrow-head I', incidence of the body light 5 irradiated by the hologram record medium 1 on the other hand is carried out into the wedge substrate 3, and it reaches the hologram recording layer 2.

[0158] A hologram is recorded by the reference beam 4 and the body light 5 which carried out incidence from the above optical paths.

[0159] In case a hologram is reproduced, a reference beam 4 is used as it is as a playback light 11. Incidence of the reference beam 4 is carried out into the wedge substrate 3 through the optical path of an arrow head I. The reference beam 4 which carried out incidence to the wedge substrate 3 can change a travelling direction by plane of incidence, reaches the hologram recording layer 2, and penetrates the hologram recording layer 2. And it is reflected by the cube-corner-reflector group 35, and a reference beam 4 goes back the optical path of an arrow head I, and reaches the hologram recording layer 2 again.

[0160] Phase conjugation playback is performed by making a reference beam 4 into phase conjugation light as mentioned above.

[0161] Next, the hologram record medium 1 omits explanation from the A'A sectional view in drawing 2, i.e., the sectional view shown in drawing 28, in the condition of having made it rotating 270 degrees, for drawing 2929 and an abbreviation EQC in the direction of an arrow head R1.

[0162] As mentioned above, the hologram record regenerative apparatus 20 which has the cube-corner-reflector group 35 can change the travelling direction of the reference beam 4 which irradiates the hologram record medium 1, and the body light 5 with the wedge substrate 3 by rotating the

hologram record medium 1. And the following information signal is recorded as topology of light in the place which rotated only sufficient include angle until the Bragg condition of a hologram recorded before was no longer fulfilled. At the time of playback, if a reference beam 4 is irradiated as a playback light 11 to the hologram record medium 1, the body light 5 recorded to the optical storage 1 will be reproduced, image formation of the pattern corresponding to an information signal will be carried out to the detector array 33, and the hologram record regenerative apparatus 20 will acquire a playback information signal.

[0163] As mentioned above, by the hologram record regenerative apparatus 20 and the hologram record playback approach concerning this invention, the playback direction of the body light 5 reproduced from the hologram record medium 1 is fixable by using the cube-corner-reflector group 35 as the reflective section. For this reason, the actuator in a hologram record regenerative apparatus becomes unnecessary, an equipment configuration can be simplified and playback of a more practical hologram is attained.

[0164] In addition, the example of a configuration of the hologram record regenerative apparatus 20 is shown in drawing 31 about the case where the hologram record regenerative apparatus 20 has the cube-corner-reflector group 35 as the reflective section. By using cube-corner-reflector group 35, it is reflected by the cube-corner-reflector group 35 by the same optical path as the time of a reference beam 4 carrying out incidence to the hologram record medium 1, and it is possible to carry out phase conjugation playback simply.

[0165] Moreover, it is good, though the hologram record regenerative apparatus 20 has the flat-surface mirror 38 as the reflective section as shown in drawing 32. In this case, although phase conjugation playback of a hologram can be performed, in order to have to change whenever [angle-of-incidence / of the reference beam 4 to the hologram record medium 1] according to the inclination direction of the wedge substrate 3, the deviation technique, such as a beam deflector, is needed.

[0166] If the hologram of a transparency mold is reproduced as mentioned above, since the travelling direction of the reference beam 4 penetrated with the wedge substrate 3 and the body light 5 will change, the location of the detector array 33 must be moved. However, if phase conjugation playback using the cube-corner-reflector group 12 as shown in drawing 2828 is performed, the playback light 11 can use the same reference beam 4 as the time of record, and can reproduce the body light 5 by non-aberration correctly in the same direction as the body light 5 which carried out incidence to the hologram record medium 1.

[0167] the hologram record medium 1 applied to this invention, without using the deviation technique, such as a beam deflector, for the hologram record regenerative apparatus 20 and the hologram record playback approach of starting this invention as mentioned above -- a hologram -- multiplex record -- and /playback of can be done. Moreover, in case a hologram is reproduced, phase conjugation playback of a hologram can be performed using the cube-corner-reflector group 12. In this case, not using the include-angle deviation technique, such as a beam deflector, ** can also carry out include-angle multiplex record and /playback only by adding the cube-corner-reflector group 12, and the equipment configuration of the hologram record regenerative apparatus 20 is easy, and it not only becomes space-saving, but it can remove the aberration of optical system.

[0168] In addition, although it is required by the hologram record regenerative apparatus 20 and the hologram record playback approach concerning this invention to use parallel light as a laser beam, since diffraction produces the light which spreads space, the wave front of a laser beam is not a plane wave strictly in many cases. The reinforcement of a laser beam is a Gaussian beam which usually takes Gaussian distribution in many cases. Although this Gaussian beam is a plane wave, it has curvature with a very small wave front before and after that in the location of a beam waist. Therefore, phase mismatching arises at the time of playback of a hologram, and diffraction efficiency falls. What is necessary is just to install a cube corner reflector 34 or the cube-corner-reflector group 35 in the location of the beam waist of the reference beam 4 which is a plane wave, in order to reduce this effect. Since a wave front is amended by the symmetric property before and behind reflection by the cube corner reflector 34 or the cube-corner-reflector group 35 at this time, the effect of the diffraction mentioned above can also be suppressed to the minimum.

[0169] Thus, decline in the diffraction efficiency by phase mismatching is avoidable by arranging

cube-corner-reflector 34 or cube-corner-reflector 35 group in the beam waist location of a reference beam. Although this is the same thing as general thing include-angle multiplex record and a principle target, the description of the hologram record playback approach concerning this invention is in the place which substitutes for the technique of deflecting the laser beam in include-angle multiplex record by rotation of the substrate of a wedge configuration.

[0170] Moreover, the hologram record regenerative apparatus 20 and the hologram record playback approach concerning this invention can be applied to the multiplex record approach of the hologram of the arbitration which makes a plane wave a reference beam 4, and can apply the multiplex record approach of the hologram by wavelength multiplexing record, peri straw FIKKU multiplex record, fractal multiplex records, or such combination. For example, wavelength multiplexing record is combinable by using a strange laser light source with good wavelength, using a laser light source two or more. Moreover, adding the beam deflection technique of the radius vector direction to the example of a configuration of the hologram record regenerative apparatus 20 applied to this invention again further, and performing peri straw FIKKU multiplex record of a still higher multiplicity is also considered. By being independent, or combining the multiplex record approach of a hologram mentioned above, and applying, the multiplicity at the time of recording a hologram can go up, and recording density can be raised.

[0171] Moreover, in shift multiplex record, although convergence light or emission light is used as a reference beam to a plane hologram record medium, the hologram record medium 1 has the 1st parallel principal plane and the 2nd principal plane which has an inclination to this 1st principal plane to a rotation flat surface to this, and this case has the description in the point using parallel light as a reference beam 4. Although this also resembles the peri straw FIKKU multiplex record which is a kind of include-angle multiplex record, since a record location shifts, by the approach by this invention, the description of this invention is in the point that multiplex [spatial] will be performed to coincidence, with rotation.

[0172] Control of the direction of an optical axis of the focal location at the time of the include-angle deviation technique, such as a galvanomirror, and AOD, EOD, becoming unnecessary, and carrying out shift multiplex record of a hologram by this, also becomes unnecessary. Therefore, the equipment configuration of the hologram record regenerative apparatus 20 can be simplified.

[0173] Moreover, the hologram record regenerative apparatus 20 concerning this invention may be arrangement of the optical system 22 which irradiates [of the hologram record medium 1] the body light 5 from a peripheral surface. It is also possible to consider as a volume mold hologram by this, using the record section of the hologram record medium 1 in three dimensions. In addition, the 2nd example of a configuration of the hologram record medium 1 is suitable in this case.

[0174] In addition, as an approach for producing and cheating out of the reference beam 4 for performing phase conjugation playback, and a phase conjugation laser beam, though 4 light-wave mixing is used, it is good. In this case, it is possible to generate the phase conjugation light which the reference beam 4 which carries out incidence reversed correctly.

[0175] Optical computing, such as a hologram memory, a three-dimensions display, an optical interconnection, a correlation computing element, and a novelty filter, etc. is various, and the hologram record medium 1, the hologram record regenerative apparatus 20, and the hologram record playback approach concerning this invention can be applied.

[0176]

[Effect of the Invention] By having the 1st parallel principal plane and the 2nd principal plane which has an inclination to this 1st principal plane to a rotation flat surface, the hologram record medium concerning this invention can change the incident angle over the hologram record medium of a reference beam and/or body light by rotating a hologram record medium, and can carry out multiplex record of the hologram.

[0177] Moreover, since whenever [incident angle / of a reference beam] can be changed only by rotating a hologram record medium, the equipment configuration of a hologram record regenerative apparatus can be simplified, and low cost-ization can be attained.

[0178] Moreover, in case a reference beam is reflected, phase conjugation playback can be performed with the easy configuration which adds only one cube-corner-reflector group which arranged the cube corner reflector or the cube corner reflector in the shape of an array.

[0179] Since the aberration generated in optical system is amended completely by this, it is not necessary to use the expensive and large-sized lens with which aberration was amended by altitude, an equipment configuration can be simplified, and the reconstruction image of high quality is acquired cheaply.

[0180] Moreover, by the hologram record regenerative apparatus and the hologram record playback approach concerning this invention, by using the hologram record medium concerning this invention, the incident angle over the hologram record medium of a reference beam and/or body light can be changed by rotating a hologram record medium, and multiplex record of the hologram can be carried out.

[0181] Moreover, since whenever [incident angle / of a reference beam] can be changed only by rotating a hologram record medium, the equipment configuration of a hologram record regenerative apparatus can be simplified, and low cost-ization can be attained.

[0182] Furthermore, the playback direction of the body light reproduced from a hologram record medium is fixable by using a cube-corner-reflector group with rotation of a hologram record medium. For this reason, the equipment configuration in a hologram record regenerative apparatus can be simplified, and playback of a more practical hologram is attained.

[0183] As mentioned above, since the components mark of a hologram record regenerative apparatus are reducible by using this invention, a miniaturization, the formation of small area, and low-cost-izing are possible.

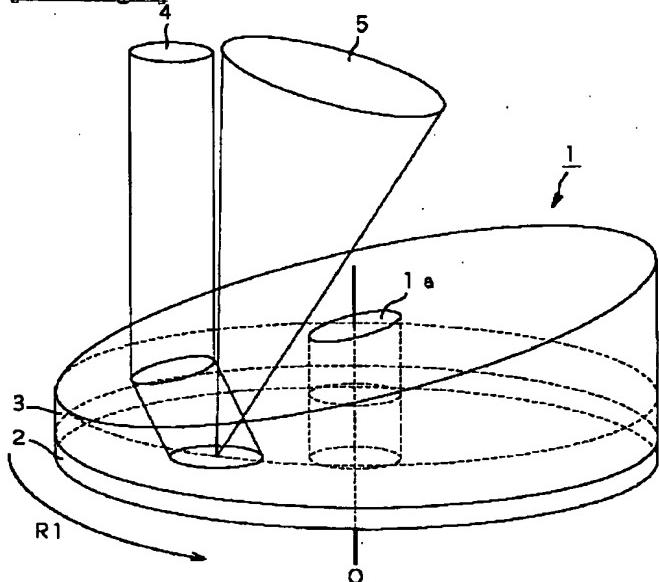
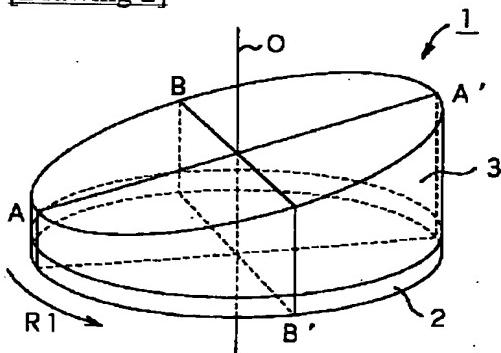
[Translation done.]

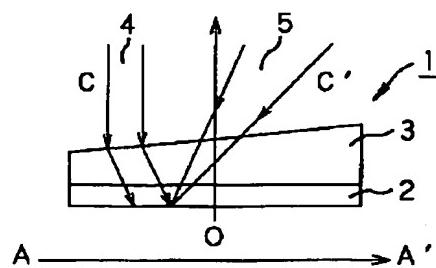
*** NOTICES ***

JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

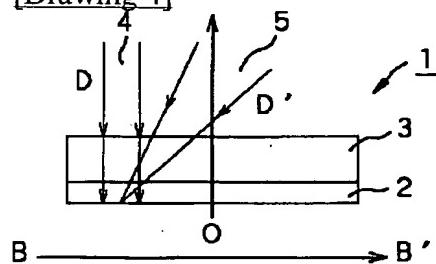
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

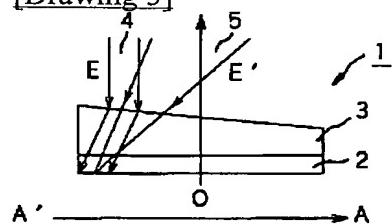
[Drawing 1]**[Drawing 2]****[Drawing 3]**



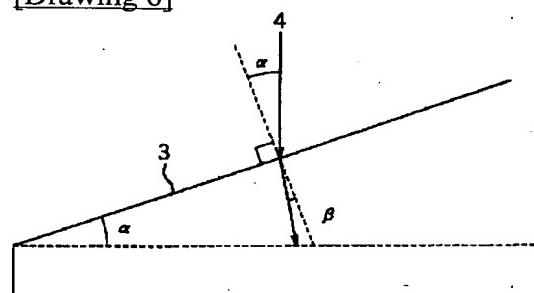
[Drawing 4]



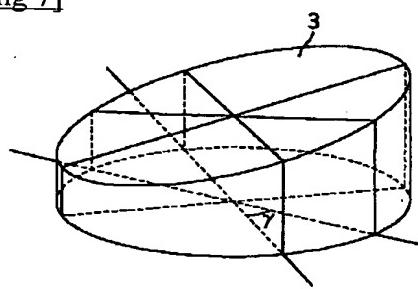
[Drawing 5]



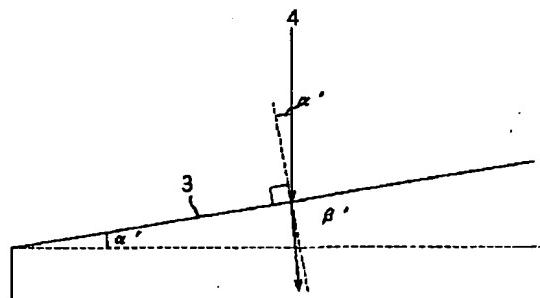
[Drawing 6]



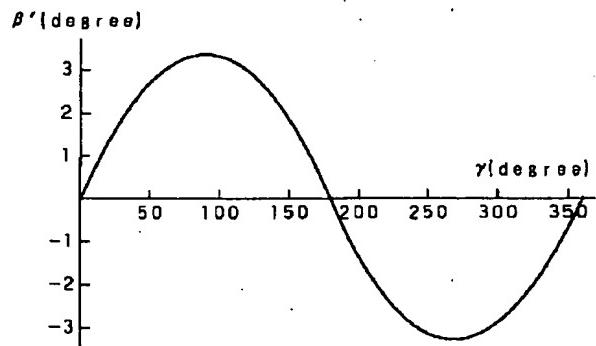
[Drawing 7]



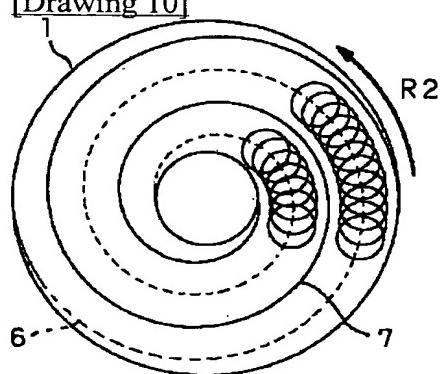
[Drawing 8]



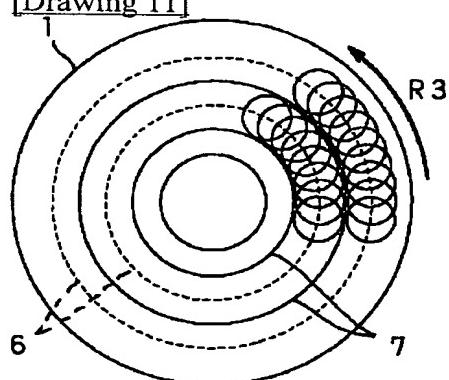
[Drawing 9]



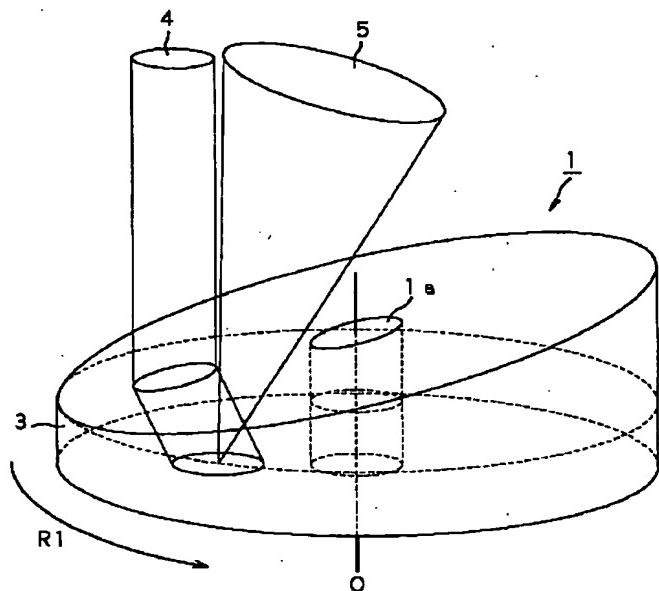
[Drawing 10]



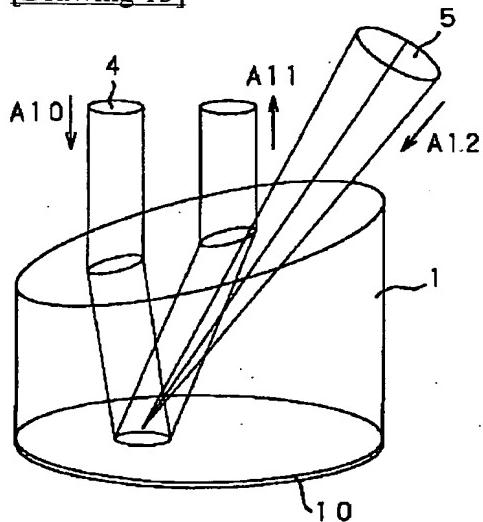
[Drawing 11]



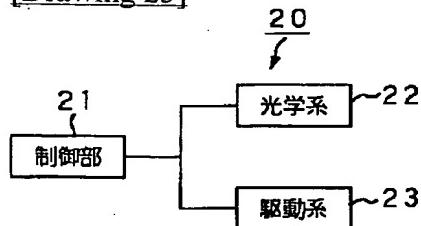
[Drawing 12]



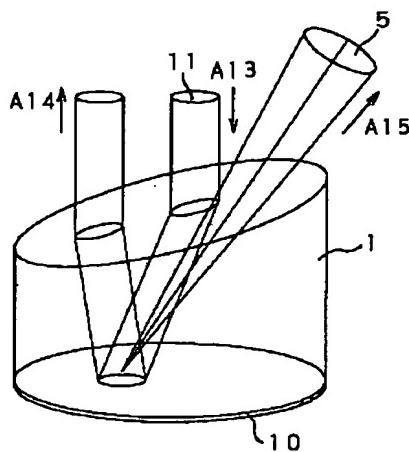
[Drawing 13]



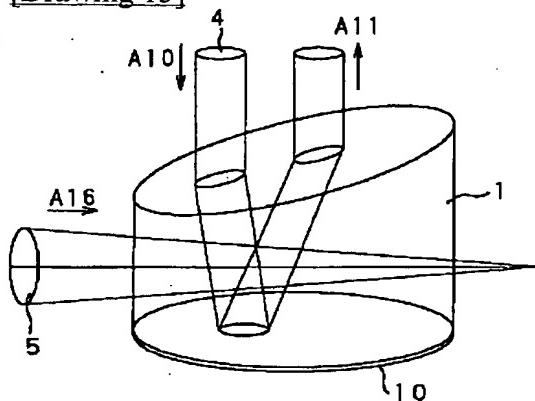
[Drawing 25]



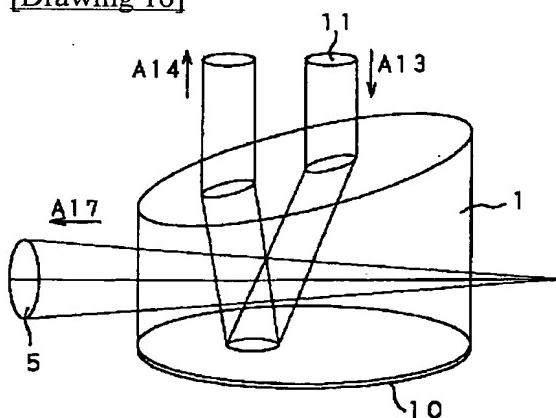
[Drawing 14]



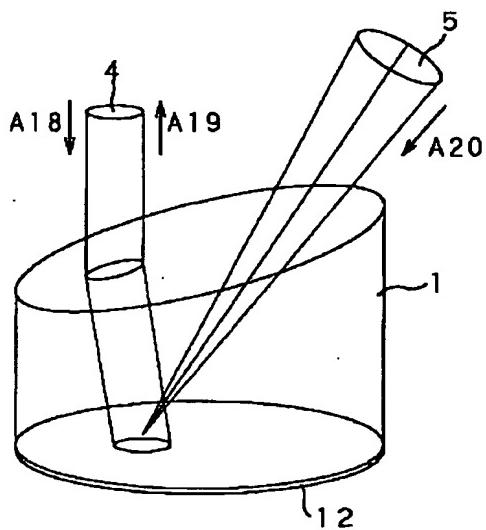
[Drawing 15]



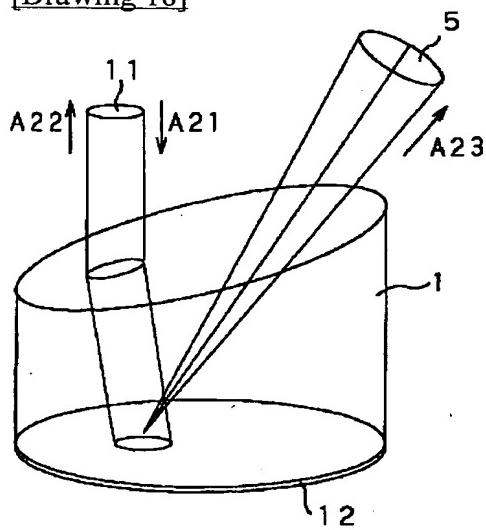
[Drawing 16]



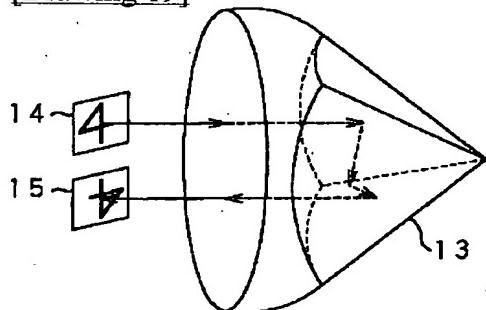
[Drawing 17]



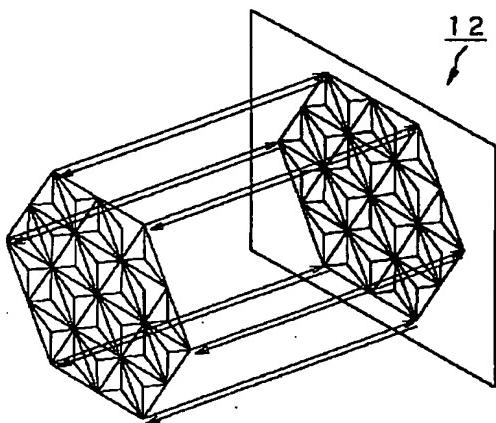
[Drawing 18]



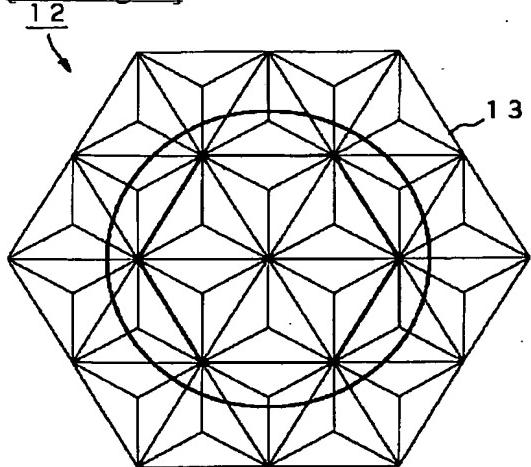
[Drawing 19]



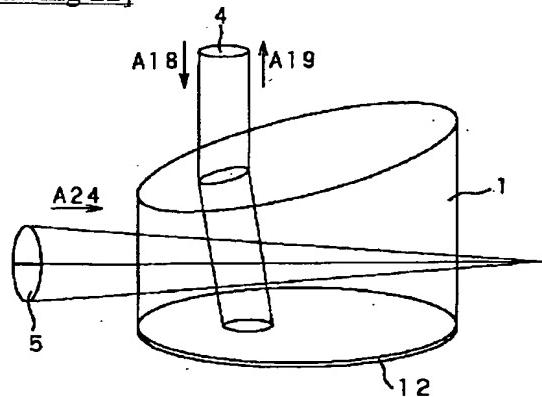
[Drawing 20]



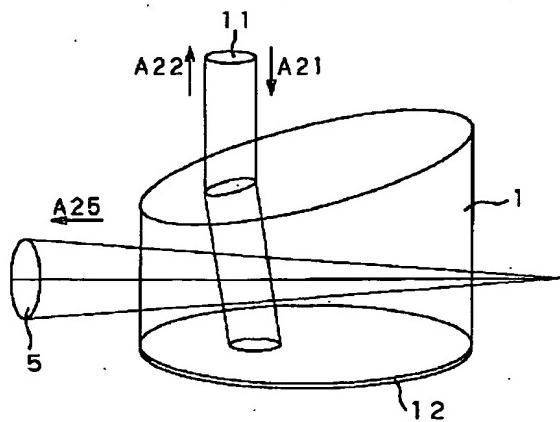
[Drawing 21]



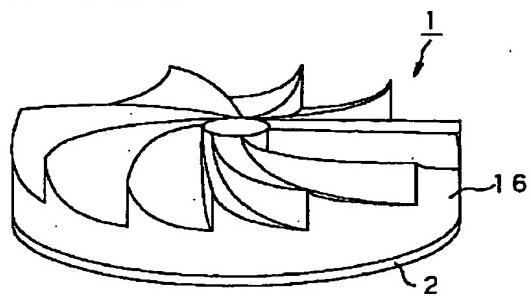
[Drawing 22]



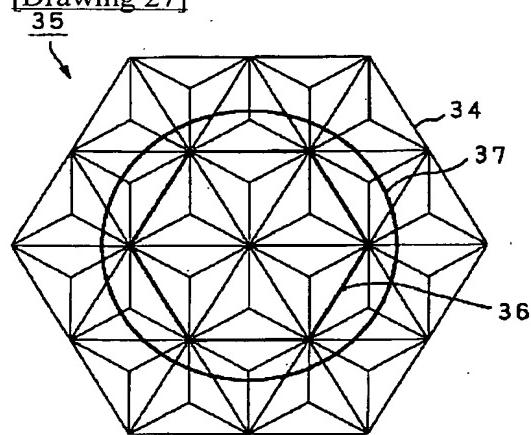
[Drawing 23]



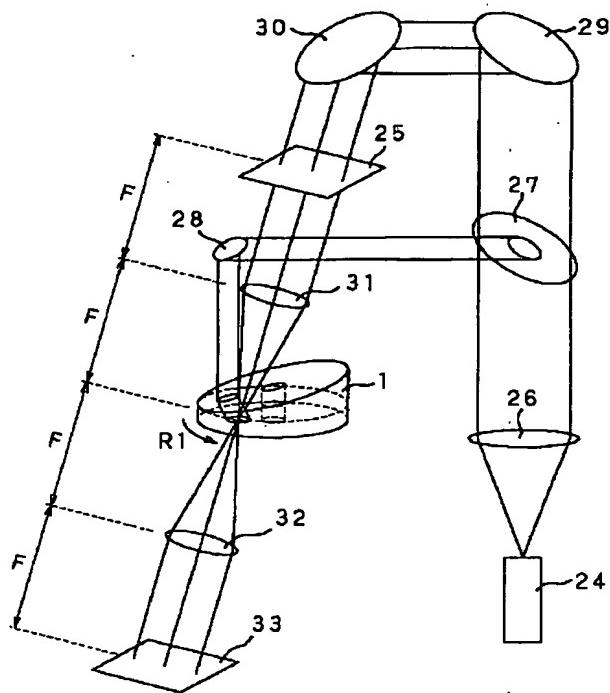
[Drawing 24]



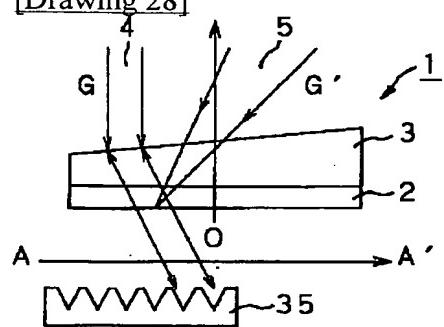
[Drawing 27]



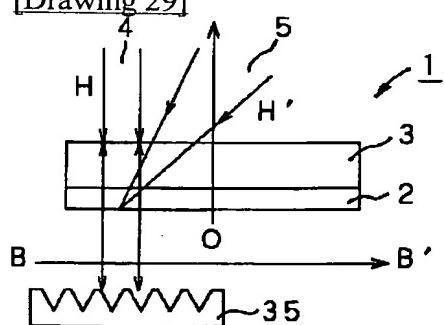
[Drawing 26]



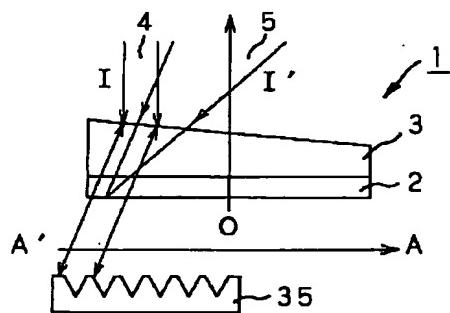
[Drawing 28]



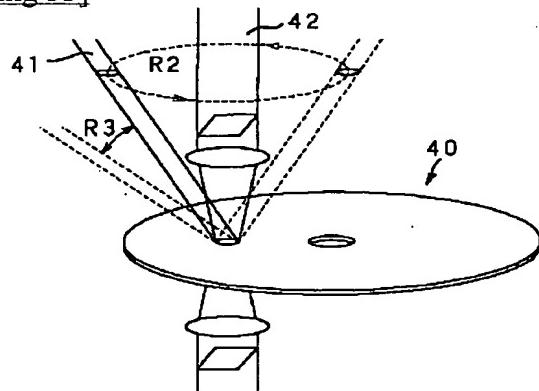
[Drawing 29]



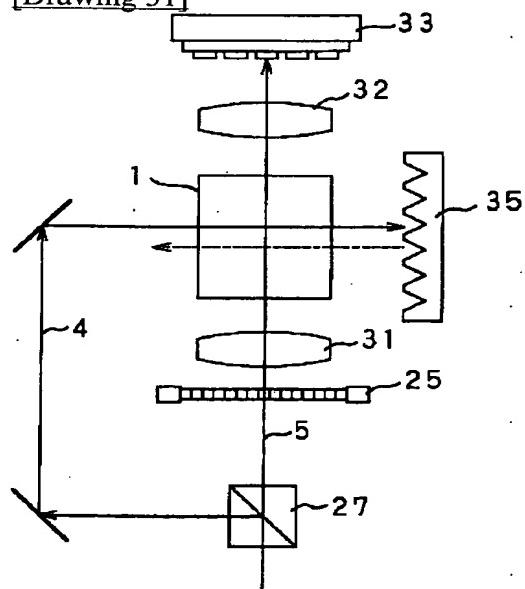
[Drawing 30]



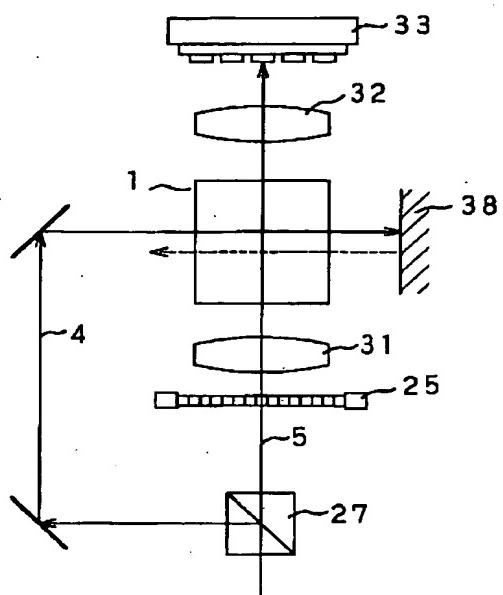
[Drawing 33]



[Drawing 31]



[Drawing 32]



[Translation done.]